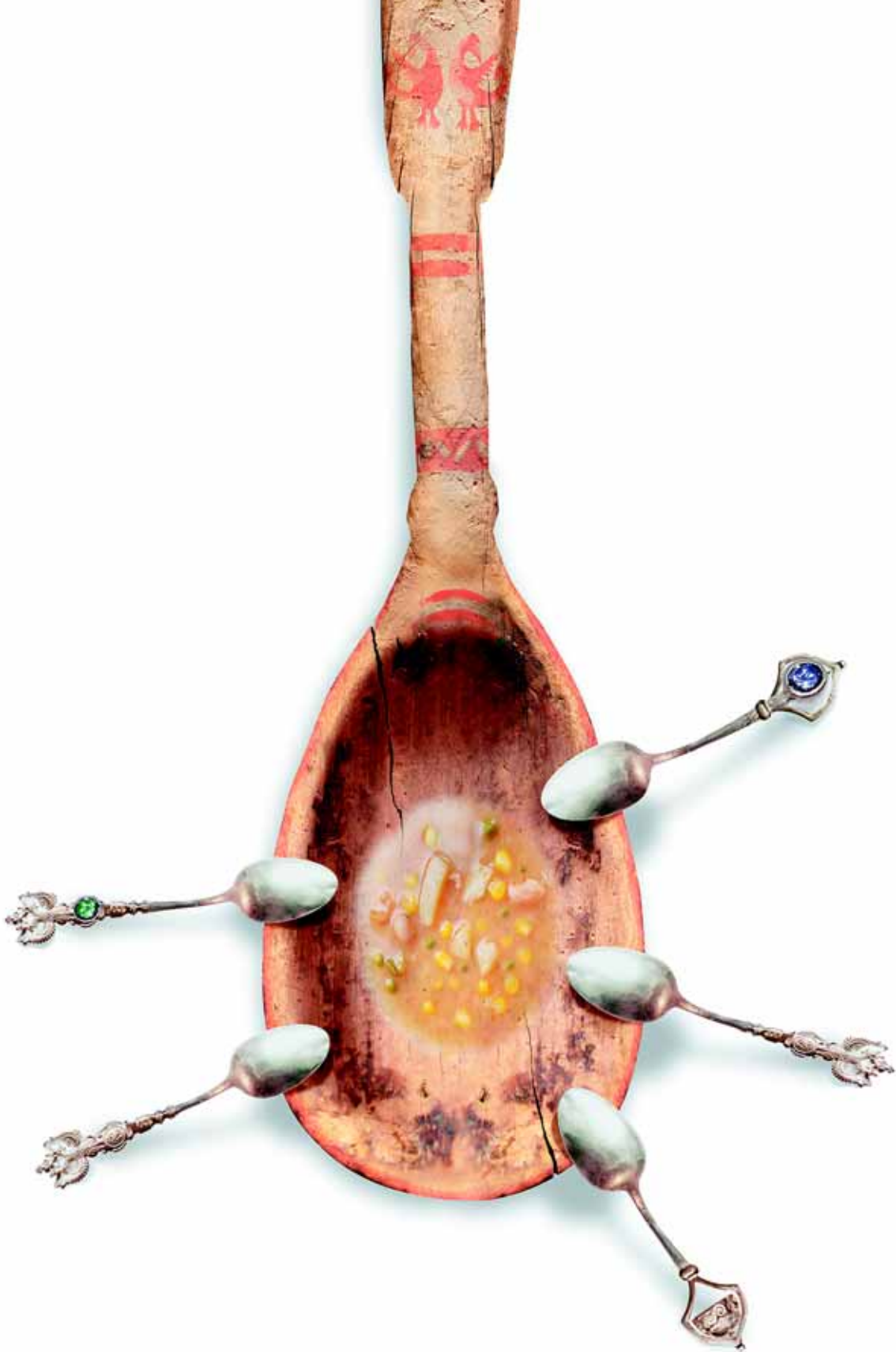


4
2007
РНЭИЖ И ВММХ





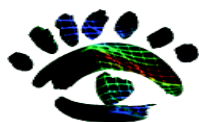


Химия и жизнь
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

4
2007

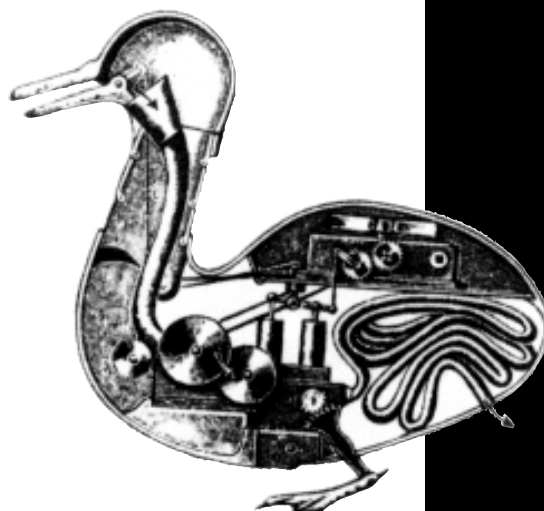
*Обыкновенных детей
приносят аисты,
а любознательные — сами
рождаются.*

Дон-Аминадо



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Н. К. Виета «Алхимик» в обработке М. М. Левицкого.
В руках у ученых знание и инструменты, которые
могут изменить мир. Вот только как изменится мир,
предсказать очень сложно. Об этом читайте в статье
«Чего нам ждать от науки?»





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,
В.С.Артамонова,
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,
Н.В.Маркина,
О.Б.Баклицкая-Каменева
textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 30.03.2007

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(495) 267-54-18,

e-mail: redaktor@hij.ru

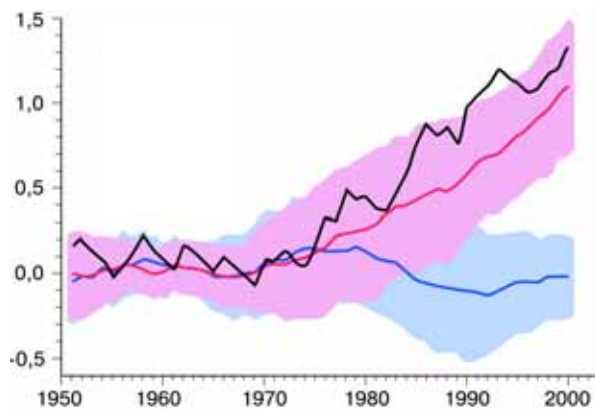
Ищите нас в интернете по адресам:

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

<http://www.informnauka.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



Химия и жизнь

Если бы концентрация CO_2 в атмосфере не возрастала, то в России и во всем мире не наблюдалось бы потепления.

Всего столетие назад встреча с косаткой приводила в трепет самых отважных моряков и путешественников.



ИНФОРМНАУКА

ХОЛЕСТЕРИН И НЕЙРОНЫ	4
ТОЧНЫЙ ПРИЗНАК АТЕРОСКЛЕРОЗА	4
НИ-ТЕСН НА РЫБАЛКЕ	5
ГРЕЛКА НА ВСЕ ТЕЛО	5

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В.П.Мелешко

ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА: ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ	7
---	---

А ПОЧЕМУ БЫ НЕТ?

П.И.Исаев

ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТОМ	12
---------------------------------------	----

В.Кальменс

ЭНЕРГИЮ УРАГАНОВ — ЛЮДЯМ	15
--------------------------------	----

НАУКА И ОБЩЕСТВО

ЧЕГО НАМ ЖДАТЬ ОТ НАУКИ?	18
--------------------------------	----

РАЗМЫШЛЕНИЯ

С.М.Комаров

МЕТКА РОДА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО	22
--------------------------------	----

ИНТЕРВЬЮ

Ю.Г.Григорьев

КОНТРОЛЬНЫЙ ЗВОНОК В ГОЛОВУ	26
-----------------------------------	----

ВОДА И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

О.А.Филатова

КОСАТКИ	30
---------------	----

УЧЕНЫЕ ДОСУГИ

М.Симкин

НАУЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АБСТРАКТНОГО ИСКУССТВА	34
---	----

ЦИКЛ ЕДЫ

Р.С.Минвалеев

БЕЗРАЗДЕЛЬНАЯ РАДОСТЬ	38
-----------------------------	----



В номере

4, 56

ИНФОРМНАУКА

О холестерине и болезни Альцгеймера, ультразвуковой диагностике атеросклероза, об электронной приманке для рыбы, которая мигает светодиодами, дрожит и гудит, и о различиях между русскими и немецкими традициями гостеприимства.

22

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Имплантация похожих на иглы чипов, содержащих информацию о человеке, — не фантастика, тысячи людей уже носят такие чипы в себе. Готово ли человечество разумно распорядиться новыми возможностями? Какие предосторожности нужно предпринять, чтобы не сбылось апокалиптическое пророчество о «печати Зверя»?

26

ИНТЕРВЬЮ

Влияние излучения сотовых телефонов на здоровье человека исследуют уже не один год, и по некоторым данным они все-таки могут причинять вред. Заместитель директора Института биофизики Минздрава, к которому обратился обозреватель «Химии и жизни», рекомендует использовать такие телефоны для экстренной связи, а детям давать трубку лишь в исключительных случаях.

38

ЦИКЛ ЕДЫ

Российские адепты раздельного питания «по Шелтону» свято верят, что в кислой среде желудка перевариваются только белки, а углеводы гниют. Это неправда, но человеку, привыкшему к раздельному питанию, действительно может стать плохо от котлетки, съеденной вместе с гарниром, и не только из-за мыслей о «греховности» этого поступка...

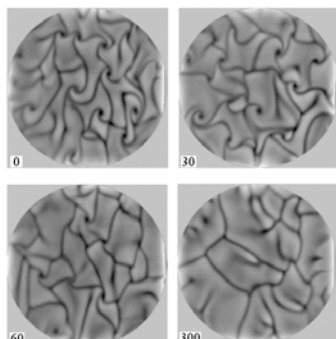


34



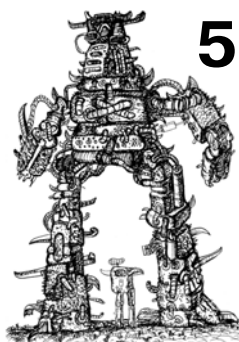
Отличить истинный шедевр абстрактного искусства от пародии не так-то просто.

46



А эти узоры в кругах — не абстрактная живопись, а ячеистые структуры обыкновенной воды.

59



По мнению главного художника «Химии и жизни», царство Кощея — будущее, а в загадочных явлениях, сопутствующих Кощею и его противникам, нетрудно узнать хорошо известные в XXI веке высокие технологии...

КНИГИ

А.И.Козлов

ПИЩА ПРОТИВ МАЛЯРИИ 42

ЦИКЛ ВОДЫ

Г.Р.Иваницкий

ИЗМЕНЕНИЯ ВОДЫ 46

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Л.Н.Стрельникова

ХИМИЯ: ИСКУССТВО, НАУКА, ЗАБАВА 50

ИНФОРМНАУКА

СВЕЯЩИЕСЯ МЕТКИ ДЛЯ СТЕЛОВОЙ КЛЕТКИ 56

О СТАРОСТИ, СМЕРТИ И ЭВООЮЦИИ 56

НЕМЦЫ И РУССКИЕ В ГОСТЯХ 57

УЧЕННЫЕ ДОСУГИ

А.В.Астрин

КОЩЕЙ —ПРОГРЕССОР 59

ФАНАСТИКА

Максим Дегтярев

АДАМ СМАТУС И ДЕЛО ИНСТИТУТА ГЛУБОКИХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ 63

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

Л.Н.Резник

ПРИСВОЕННАЯ ЖИДКОСТЬ 68

КСТАТИ О КОСМОСЕ

П.Данилов

КОСМОС — ЭТО ЗАГАДКА 73

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 16 ПИШУТ, ЧТО... 70

ИНФОРМАЦИЯ 37, 61 ПЕРЕПИСКА 72

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70



БИОХИМИЯ

Холестерин и нейроны

Разные нейродегенеративные заболевания, такие, как болезнь Альцгеймера, нейромышечные расстройства, синдром Дауна и некоторые другие, имеют схожие признаки и общую причину – изменение содержания холестерина в нейронах. К такому выводу пришли специалисты Российского университета дружбы народов и Института биомедицинской химии РАН.



Ученые работали с крысами, которых кормили богатой холестерином пищей, и со срезами крысиного мозга, в которых исследовали содержание холестерина и работу нервных клеток. Оказалось, что холестерин играет важную роль в передаче сигнала по нервам. И недостаток, и избыток холестерина на эту передачу влияют отрицательно и приводят в конечном итоге к ухудшению памяти. Кроме того, недостаток холестерина истощает цитоскелет нервной клетки, вызывает дегенерацию ее отростков и модификацию некоторых важных белков. А если крыс несколько месяцев держать на диете с высоким содержанием холестерина, то в их мозгу возникает весь спектр амилоидных отложений, типичных для болезни Альцгеймера. Ученые установили, что белок бета-амилоид и холестерин функционально взаимосвязаны. Амилоидный белок влияет на ключевые этапы обмена холестерина и других липидов, а распределение холестерина в клетке – на биосинтез амилоида. Эти сложные биохимические взаимодействия определяют функционирование нейронов и их дегенерацию.

После многочисленных экспериментов исследователи убедились, что холесте-

рин может быть первопричиной нейродегенерации. Если обмен холестерина нарушен и работа нервной клетки дает сбой, то в игру вступают многочисленные молекулярные механизмы, которые должны компенсировать нехватку или избыток холестерина и восстановить работу нейрона. Когда содержание холестерина приходит в норму, механизмы компенсации отключаются. Но если ситуация долго не нормализуется, например, пациент постоянно потребляет богатую холестерином пищу, то в результате длительной работы компенсаторных механизмов в клетке со временем образуются амилоидные бляшки, окислительные повреждения, дегенерируют отростки нейронов и происходят другие изменения, давно известные как признаки болезни Альцгеймера. Все это – лишь следствие нарушения холестеринового обмена, поэтому бесполезно бороться с внешними проявлениями заболевания, такими, как амилоидные бляшки.

По мнению исследователей, нарушение холестеринового обмена может быть биохимической причиной и других заболеваний нервной системы – синдрома Дауна или нейромышечных расстройств. Все эти болезни сопровождаются признаками дегенерации нейронов. Амилоидные отложения характерны для болезни Паркинсона, болезни разбросанных телец Леви, прогрессирующего супраядерного паралича. Но все биохимические изменения, приведшие к столь драматическим для нейронов и всего организма последствиям, происходят вынужденно, для восстановления функции нейронов при избытке или недостатке в них холестерина. Получается, что разные нейродегенеративные заболевания имеют единую первопричину – нарушение холестеринового обмена, и именно эту причину следует устранять при их лечении.

МЕДИЦИНА

Точный признак атеросклероза

Атеросклеротические бляшки в сосудах угрожают здоровью и жизни пациента даже в том случае, когда он не ощущает недомогания. Рос-

сийские ученые из Санкт-Петербургского Института биорегуляции и геронтологии РАН нашли способ ранней диагностики атеросклероза (galina@gerontology.ru).

Метод ультразвуковой диагностики генерализованного атеросклероза позволяет распознавать болезнь еще в бессимптомной стадии. Показателем неблагополучия служит хорошо заметное при ультразвуковом обследовании разрастание (гиперплазия) внутренней оболочки задней стенки сонной артерии.

Участниками эксперимента стали 168 пациентов, которые обратились в терапевтическое отделение института для поликлинического обследования. Пациентов, которым было от 60 до 99 лет, выбирали случайным образом, а жаловались они на самые разные заболевания: кишечные, сердечно-сосудистые и респираторные. В ходе обследования всем пациентам провели ультразвуковое сканирование сонных артерий, бедренных артерий и брюшной аорты. Три четверти обследованных имели атеросклеротические поражения сосудов. Вместе с тем классические факторы риска развития атеросклероза – повышенное содержание холестерина или триглицеридов в крови, курение или диабет – ученые обнаружили только у 38% процентов обследованных. Гораздо более информативным признаком генерализованного атеросклероза оказалась утолщенная внутренняя стенка сонной артерии, характерная для 63% пациентов.

О степени развития склероза медики судят по семи признакам: гиперплазии артериальной стенки, уровню холестерина в плазме крови, возрасту пациента, избыточной массе тела, повышенному артериальному давлению, уровню триглицеридов в плазме крови и наличию сахарного диабета. Но наиболее информативным показателем из этих семи исследователи все же сочли разрастание внутренней оболочки задней стенки общей сонной артерии.

Ультразвуковая диагностика сосудов не только информативна, но и проста, безопасна, точна и доступна, и питерские исследователи рекомендуют ее для самого широкого применения. Разумеется, после обнаружения гиперплазии нужно назначить более полное клиническое обследование.



Выпуск подготовили
О.Максименко, Н.Резник

ЭЛЕКТРОНИКА

Hi-tech на рыбалке

Российские специалисты из НИИ морских систем (Санкт-Петербург) разработали высокотехнологичную приманку для рыбы. Это небольшой работающий на батарейках цилиндр, начиненный довольно сложной электроникой. На сигналы, которые он генерирует, одни рыбки приплывают из любопытства, другие — в расчете на обед. В любом случае поймать их становится гораздо проще (rimsinc@mail.ru).

Когда этот небольшой цилиндр попадает в воду, электрический сигнал проходит между контактами и приманка начинает работать: вибрировать, мигать, звучать, генерировать электромагнитные импульсы — словом, привлекать серебристых обитателей подводных глубин. Первые рыбки появляются рядом с приманкой уже через десять минут, немного позже приплывают рыбы более крупные, а через полчаса и самые крупные. В основе работы устройства — хорошее знание физиологии и поведенческих особенностей рыб и, разумеется, эффективное конструкторское решение.

Приманка генерирует четыре вида сигналов. Самых любопытных она привлекает с помощью светодiodов: их яркие периодические вспышки привлекают внимание рыбы даже в мутной воде. Видят рыбы неплохо, но главное для них — это звуки и тактильные ощущения. С помощью особого органа чувств, так называемой боковой линии, они ощущают колебания и движения воды и, расшифровывая их, получают информацию о движущихся в воде предметах. Хищники — о потенциальных жертвах, их размерах, местонахождении и скорости, травоядные — о хищниках, те и другие — о рельефе дна, плавающих корягах и так далее.

Вот на это и рассчитаны еще два вида сигналов, которые издает электронная приманка. Вибрируя, она производит такое впечатление, что в этом месте находится стайка небольших рыбешек. Слабые импульсы электрических разрядов, воздействуя на нервную систему, подкрепляют это впечатление, и все вместе сигналы создают эффект кормящейся стайки молодняка. Маленькие рыбы плывут в надежде присоединиться к обеду, а большие — полакомиться обедающими.

Наконец, для полноты картины приманка генерирует еще и акустические



сигналы. Дело в том, что рыбы прекрасно слышат низкие и очень высокие звуки. Проведя серию экспериментов, ученые выяснили, звуки каких частот и какой эффективности нужны, чтобы не испугать, а, напротив, заинтересовать рыбу. Именно такие акустические сигналы и издает приманка. Звук распространяется в воде на 800–900 м, поэтому устройство особенно полезно, если хочется половить рыбку в мутной воде. В этом случае это едва ли не единственный способ приманить рыбу даже из дальних уголков озера или реки.

Электронная приманка срабатывает практически сразу. Достаточно бросить ее в воду, и минут через десять неподалеку, метрах в пяти–семи от нее, можно начинать ловить (если, конечно, рыба в этом водоеме вообще есть). Батарейки хватает на 300 часов работы. После рыбалки приманку надо вымыть и протереть насухо, иначе она быстрее выйдет из строя. Зато при хорошем уходе прослужит долго, и рыбы привлечет много — знай лови, если умеешь.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Грелка на все тело

Специалисты московской фирмы «Кадотекс-2000» разработали удивительные приспособления — одежду с активным обогревом, греющие одеяла, простыни и т.п. Нагревательными элементами в них служат тонкие и гибкие полиэфирные волокна с металлическим напылением, покрытые слоем изолирующего материала. Комбинезоны, жилетки, пледы, наматрасники, одеяла и просто грелки с такими элементами можно даже стирать в стиральной машинке и отдавать в химчистку — это им не повредит. Конечно, от источника питания их предварительно надо отключить, но в остальном они не сильно отличаются от обычных одеял и прочих предметов одежды, тех, что не греют сами, а только сохраняют наше тепло (kadotex@dol.ru).

Разумеется, электрогрелки и разнообразные предметы с электрообогревом давно никого не удивляют. Правда, обычно в качестве нагревательных элементов используют металлические провода или углеродные волокна, которые могут

раскаляться до нескольких сот градусов. Так что эти предметы могут стать причиной больших неприятностей. Поэтому появление совершенно безопасных аналогов — приятная новость.

Основа безопасности разработанных изделий с электрообогревом — это полимерное тепловолокно. Если вдруг по каким-то причинам температура волокна станет выше заданной нормы, волокно мгновенно расплавится, и электрическая цепь разорвется. Так что в некотором смысле это волокно представляет собой гибридный нагреватель и предохранитель. Кроме того, все материалы нагревательных элементов — и полимерная сердцевина, и изолирующее покрытие — не поддерживают горения, поэтому воспламениться в принципе не могут.

Для того чтобы вся система работала надежно, авторы рассчитали, какой длины и толщины должны быть нагревательные элементы из тепловолокон и какой мощности для изделия данной. Если источник энергии «правильный», тепловолокно будет работать годами. В противном случае, если устройство, рассчитанное на батарейку в 24 вольта, присоединить к сети на 220 вольт, сработает «защита от дурака»: тепловолокно расплавится, изделие безвозвратно сломается, но никто не пострадает. Наконец, замена металлического провода на пластиковый привела еще и к тому, что изделия стали легкими и гибкими, то есть они вполне удобны, да и стирать их можно самым обычным способом.

Изделия могут «работать» от сети или от аккумуляторной батарейки. Одеяло или стационарную грелку можно включать в сеть, в этом случае срок действия не ограничен. Но жилет или комбинезон, скажем, для строителя, обходчика путей и многих других профессий обязан согревать пользователя автономно. В этом случае батарейку кладут в специальный кармашек. Если использовать ее экономно, то запаса энергии хватит на 8 часов, потом понадобится подзарядка или замена на другой аккумулятор, еще на 8 часов. Хотя и это большой прогресс — немногие аккумуляторы весом 500 грамм могут работать такое длительное время.





Потепление климата: причины и последствия

Доктор
физико-математических наук
В.П.Мелешко,
Главная геофизическая обсерватория
им.А.И.Воейкова



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

От редакции

Так все же, как обстоят дела с потеплением климата в нашей стране и во всем мире? Совсем недавно в «Химии и жизни» была опубликована статья В.С.Арутюнова (2007, № 2), автор которой приводил многочисленные аргументы в защиту естественного происхождения потепления и объяснял, почему преувеличивают его потенциальный вред и в чем может заключаться его полезность для отдельно взятых стран. Кто-то из читателей, вероятно, спросит: как же так, сегодня вы публикуете статью ученого, который дает прогнозы изменений климата и их возможных последствий, и эти прогнозы, мягко говоря, не радуют, а месяцем раньше предоставляли трибуну другому ученому, который практически отрицает опасность глобального потепления... А еще раньше (2006, № 12) опять-таки писали о грядущих катастрофах, связанных с глобальным потеплением... Вы уж определитесь: сажать ли нам персиковые деревья в Сибири или переселяться поскорее из Питера и Владивостока на континент?!

Именно для того, чтобы «определиться», мы вновь и вновь обращаемся к этой теме. Самые внимательные читатели, несомненно, заметят, что у представителей «противоположных» позиций больше точек соприкосновения, чем кажется на первый взгляд. (Хотя нельзя не отметить, что аргументы против «естественного потепления», приведенные ниже, весьма убедительны.) Кроме того, цитируя автора настоящей статьи, «точность расчетов по ансамблю независимых моделей оказывается намного выше, чем аналогичные расчеты по одной, даже самой лучшей модели». А проще говоря — в споре рождается истина.

Введение

Глобальное потепление сегодня тревожит не только ученых, но также общественные и правительственные организации во всем мире. В 1988 году Всемирная метеорологическая организация и Программа ООН по окружающей среде создали Межправительственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК, или IPCC, от Intergovernmental Panel on Climate Change), которая каждые 5–6 лет публикует доклады о будущих изменениях климата и возможном влиянии этих изменений на различные виды хозяйственной деятельности. Сегодня МГЭИК — наиболее авторитетная организация в этой области.

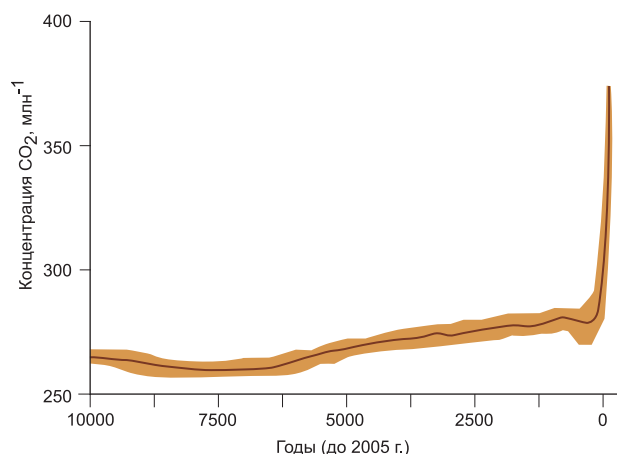
С 29 января по 1 февраля этого года в Париже проходило совместное заседание экспертной группы ведущих

авторов четвертого Доклада МГЭИК и представителей правительств более ста стран. Ученые сообщили о своем видении причин глобального потепления и роли антропогенного воздействия на климат при различных сценариях экономического, технологического и социального развития мирового сообщества в XXI веке. В подготовке доклада использовались результаты исследований за последние пять лет.

Потепление и антропогенный фактор

В докладе отмечается, что изменения концентрации парниковых газов и аэрозоля в атмосфере и интенсивное освоение новых земель в некоторых регионах земного шара воздействуют на поглощение, рассеяние и излучение тепловой радиации в климатической системе. Это, в свою очередь, вызывает изменения (положительные или отрицательные) глобального радиационного баланса.

Углекислый газ CO_2 — наиболее важный парниковый газ. Его концентрация в 2005 году увеличилась на 35% (с



1
Временной ход атмосферной концентрации диоксида углерода (млн.⁻¹) за последние 10 000 лет, восстановленный по измерениям содержания CO_2 в ледовых колонках Гренландии и Антарктики и полученный по инструментальным наблюдениям за последние 100 лет (по данным МГЭИК, 2007)

280 млн.⁻¹ до 379 млн.⁻¹) по сравнению с доиндустриальным периодом — до 1750 года. (Напомним, что концентрация парникового газа измеряется количеством молекул данного газа, содержащегося в миллионе (млн.⁻¹) или миллиарде (млрд.⁻¹) молекул атмосферного воздуха.)

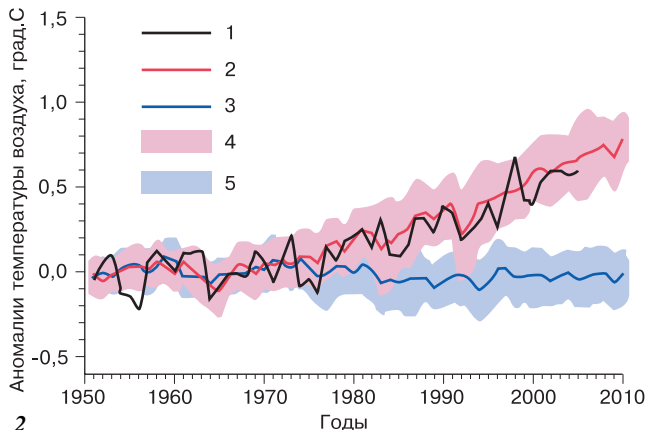
Метан CH_4 — второй по значимости парниковый газ. Его концентрация по сравнению с доиндустриальным перио-

дом увеличилась в 1,5 раза (с 715 млрд.⁻¹ до 1774 млрд.⁻¹).

Концентрация закиси азота (N_2O) за то же время увеличилась на 18% (с 270 млрд.⁻¹ до 319 млрд.⁻¹).

Концентрации других парниковых газов в атмосфере также возросли, и что особенно примечательно, резко увеличилась скорость их роста за последние 250 лет. Так, концентрация CO_2 возросла на 20 млн.⁻¹ за 8 тыс. лет, которые предшествовали началу индустриализации, и эти изменения были обусловлены естественными причинами. Однако с 1750 года она выросла почти на 100 млн.⁻¹, причем ежегодный прирост был особенно быстрым (1,9 млн.⁻¹) в последние 10 лет (рис. 1).

Примерно 65% антропогенной эмиссии CO_2 в атмосферу связано со сжиганием ископаемого топлива — нефти, газа, угля и др., и 35% — с уменьшением его стока, вызванного освоением новых земель и массовой вырубкой лесов. При этом примерно 45% от общей эмиссии CO_2



2
Временной ход средней за год аномалии глобальной приземной температуры воздуха, рассчитанный в МОЦАО и полученный по наблюдениям, по отношению к норме в период с 1951 по 1970 год.

Черная линия (1) — данные наблюдений.

Красная линия (2) — аномалия температуры, полученная по ансамблю из 16 МОЦАО с учетом известного роста парниковых газов и аэрозолей.

Синяя линия (3) — тот же расчет, но при значениях парниковых газов и аэрозолей, соответствующих доиндустриальному периоду.

В широкие полосы (4, 5) при нормальном распределении разброса попадают 68% модельных значений

остается в атмосфере, 30% поглощается океаном, а остальная часть усваивается биосферой.

Суммарное радиационное воздействие всех парниковых газов на климатическую систему составляет +2,63 Вт/м². Принято считать, что эта величина оценена с высокой степенью достоверности. Прямое воздействие всех типов аэрозолей на климат, напротив, способствует похолоданию (−0,5 Вт/м²), однако величина этого воздействия определена не так точно. Опосредованное влияние аэрозолей на климат может быть еще большим (−0,7 Вт/м²) за счет изменения альбедо водяных облаков, но и это влияние пока не удалось рассчитать с достаточной достоверностью. В докладе МГЭИК отмечается, что суммарное антропогенное радиационное воздействие на глобальный климат (+1,6 Вт/м²) теперь определено точнее, чем ранее.

Газовый состав атмосферы будет меняться и далее за счет роста концентрации парниковых газов, по крайней мере, в течение первой половины XXI века. Основываясь на данных наблюдений и многочисленных расчетах с помощью сложных физико-математических моделей климата, авторы доклада МГЭИК отмечают:

«Существует очень большая вероятность (более 90%), что только рост антропогенных парниковых газов вызвал глобальное потепление начиная со второй половины XX века.

Наблюдаемое глобальное потепление атмосферы и океана, а также одновременное уменьшение массы ледников в различных регионах земного шара приводят к выводу, что очень маловероятно (менее 5%), чтобы глобальное изменение климата второй половины XX века было вызвано только естественной изменчивостью климатической системы».

Средняя глобальная температура продолжает увеличиваться, и за последние сто лет (1906—2005 гг.) она выросла на 0,74±0,18°C. Средняя скорость потепления, рассчитанная для последних 50 лет (0,13±0,03°C за 10 лет), в два с половиной раза больше, чем та же величина, рассчитанная для последних ста лет, и это хорошо согласуется с расчетами по климатическим моделям, которые учитывают известный рост парниковых газов в атмосфере (рис. 2). Однако если подставить в те же модели постоянные концентрации парниковых газов и аэрозолей, соответствующие доиндустриальному периоду, то в этих моделях глобальная температура в конце XX века расти не будет.

На территории России потепление за последние 35 лет оказалось более резким по сравнению с глобальным (1971—2005 гг.): с 1951—1970 гг. температура выросла на 1,52°C. Потепление маскируется большой естественной изменчивостью температуры: в отдельные годы в некоторых регионах возможны и похолодания. Однако при осреднении за большие интервалы времени (20 лет и более) потепление проявляется особенно отчетливо. За те же последние 35 лет наблюдались уменьшение осадков в теплое время года на территории России и рост годового стока на многих крупных реках, а также его внутри-сезонное перераспределение (подробнее об этом будет рассказано ниже). Изменились условия ледовитости в окраинных морях Северного Ледовитого океана и в устьях северных рек. Зимой во многих регионах стало больше дней с оттепелью.

Согласно 4-му Докладу МГЭИК, средняя температура воздуха в арктическом бассейне увеличивалась в два раза быстрее, чем глобальная температура за последние несколько десятков лет, однако в этом регионе она имеет большую межгодовую и многолетнюю изменчивость. Концентрация морского льда и его протяженность (то есть площадь, занимаемая льдом, по отношению ко всей рассматриваемой площади и в абсолютных единицах — квадратных километрах) непрерывно определяются с 1978 года с помощью спутниковых микроволновых измерений. С 1978 по 2003 год средняя за год протяженность льда в Северном полушарии уменьшилась на 7%. Летом наблюдалось более заметное сокращение протяженности (на 14% в сентябре по сравнению с 5% в марте): причина в том, что за 10 лет подтаял на 7—9% многолетний, более толстый лед. С другой стороны, толщина морского льда заметно изменяется в пространстве и во времени, и это затрудняет изучение ее динамики. Среднемесячные наблюдения за многолетними паковыми льдами в Центральном полярном бассейне с 1971 по 1990 год показывают уменьшение их толщины на 10 см (менее 4%). Эта величина согласуется с некоторыми другими наблюдениями и модельными расчетами.

Мифы о «естественном» потеплении

В российской научной литературе и средствах массовой информации нередко обсуждаются альтернативные гипотезы потепления. Согласно одной из них, значительное влияние на современный климат Земли могут ока-

зывать изменения солнечной активности и соответственно изменения потока солнечной радиации, приходящей на верхнюю границу атмосферы. Однако непрерывные наблюдения за Солнцем в течение 28 лет (их результаты представлены в том же докладе МГЭИК) позволили установить, что колебания потока солнечной радиации между максимумом и минимумом в 11-летнем цикле составляют 0,08% и при этом нет заметного долговременного тренда, который мог бы вызвать рост температуры на планете. Прямое радиационное воздействие изменений солнечного потока на глобальную атмосферу с 1750 года по настоящее время составляет 0,12 Вт/м². Это в десять с лишним раз меньше воздействия всех парниковых газов и аэрозоля, вместе взятых.

Основные положения доклада МГЭИК, по существу, отвергают и другие гипотезы: например, что нынешнее потепление может быть частью естественного долгопериодного цикла. В XX веке наблюдались два теплых периода: первый — с середины 20-х до 40-х годов, а второй начался с 80-х годов и продолжается до настоящего времени. На этом основании сторонники гипотезы утверждают, что самое значительное потепление в конце XX столетия приходится на восходящую ветвь 60-летнего колебания климатической системы, вызванного естественными процессами внутри системы или квазипериодическими внешними воздействиями, такими, как чандлеровские биения полюсов, циклы обращения наиболее крупных планет Солнечной системы вокруг общего центра и так далее.

Если эта гипотеза верна, то потепление закончится в ближайшие годы и начнется глобальное похолодание. Однако в докладах МГЭИК отмечается, что рост глобальной приземной температуры воздуха, скорее всего, будет продолжаться еще десятки и сотни лет. Более того, исследования показывают, что после попадания CO₂ в атмосферу этот парниковый газ (как и некоторые другие) может оставаться в ней очень долго. Так, потребуется примерно 30 лет, чтобы только 30% CO₂ было выведено из атмосферы в результате естественных процессов; еще 30% может быть удалено за несколько столетий, и, наконец, 20% останутся в ней на многие тысячи лет.

Что такое МОЦАО

Климат — чрезвычайно сложная физическая система, поведение которой определяется взаимодействием между атмосферой, поверхностью океанов, морским льдом, поверхностью континентов и ледниками, а также биосферой. Благодаря этим взаимодействиям в климатической системе возбуждаются сложные естественные колебания с временными масштабами от нескольких недель до десятков и сотен лет. Система может также подвергаться внешним природным воздействиям, связанным с изменениями потока солнечной радиации, выбросами газов и аэрозолей в атмосферу во время извержений вулканов. Наконец, значительное влияние на климат оказывает деятельность человека.

Чтобы понять и рассчитать будущее поведение такой сложной системы, необходимо использовать глобальные модели общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО). Расчеты по таким моделям требуют огромных вычислительных ресурсов, однако альтернативы им в принципе не существует. Современные МОЦАО воспроизводят основные особенности поведения климата, но в то же время они требуют дальнейшего совершенствования, поскольку они еще недостаточно качественно рассчитывают климат отдельных регионов и его изменения. Кро-



ме того, модели должны точнее воспроизводить не только средние изменения, но и изменения повторяемости экстремальных режимов погоды, которые сильнее всего влияют на нашу жизнь и хозяйственную деятельность.

Насколько достоверными можно считать прогностические оценки будущих изменений климата, полученные с помощью МОЦАО? При подобных расчетах уравнения, описывающие основные климатообразующие процессы, интегрируются на несколько десятков или даже сотни лет. Из-за этого накапливаются систематические ошибки, которые влияют на точность прогноза. Наиболее важные из них могут быть вызваны следующими причинами.

Во-первых, невозможно оценить с высокой степенью достоверности тенденции будущего технологического развития мирового сообщества и изменения окружающей среды на достаточно долгое время, и, как следствие, невозможно точно оценить будущий рост концентрации основных парниковых газов и аэрозолей в атмосфере.

Во-вторых, современные МОЦАО недостаточно совершенны из-за относительно низкого пространственного разрешения и неточного описания климатически значимых физических процессов, которые определяют чувствительность глобального и регионального климата к антропогенному воздействию.

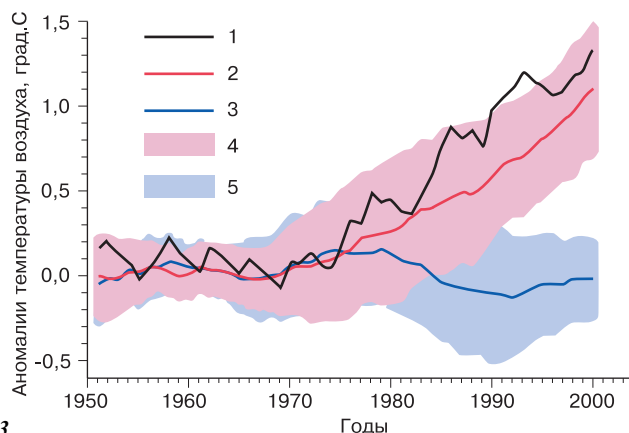
Возможные изменения климата в будущем были рассчитаны с помощью МОЦАО нового поколения (то есть тех моделей, которые принимали участие в совместной программе расчетов, проведенных в рамках подготовки 4-го Доклада МГЭИК) для сценариев интенсивного и слабого роста парниковых газов и аэрозолей в атмосфере. Оказалось, что, согласно расчетам, потепление на территории России в первые 40–50 лет слабо зависит от выбранного сценария, поскольку в начале XXI века они незначительно отличаются между собой. Скорость потепления в эти годы будет определяться ранее накопленными в атмосфере парниковыми газами. В климатической системе уже сформировался неравновесный радиационный режим, и адаптация климата к любому новому состоянию потребует нескольких десятков лет. Это означает, что замедлить потепление климата, вызванное антропогенным влиянием, едва ли удастся до середины XXI века, особенно если учесть, как неторопливо международное сообщество принимает значимые решения в этой области. Таким образом, уменьшение или увеличение скорости роста парниковых газов в ближайшие полвека не отразится значимо на скорости потепления.

Сегодня в научных центрах промышленно развитых стран применяют более двадцати МОЦАО, однако не все они одинаково хороши: расчеты будущих изменений климата при одних и тех же сценариях роста парниковых газов в атмосфере показывают некоторый разброс результатов, возрастающий с увеличением срока прогноза. Однако точность расчетов современного климата по ансамблю независимых моделей оказывается намного

выше, чем аналогичные расчеты по одной, даже самой лучшей, модели.

Прогноз на ближайшие полвека

Россия — большая страна, и климат ее чрезвычайно разнообразен. В целом он считается достаточно суровым: во многих регионах температуры воздуха ниже нуля на-

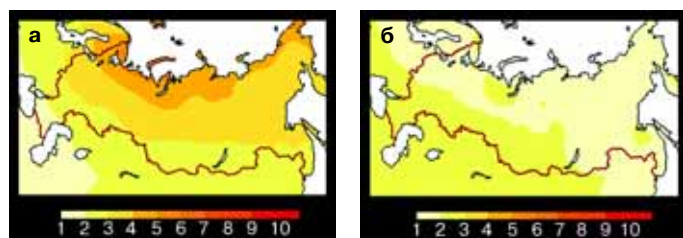


3
Временной ход средней за год аномалии приземной температуры воздуха на территории России, рассчитанный в МОЦАО и полученный по наблюдениям, по отношению к норме в период с 1951 по 1970 год.
Обозначения те же, что и на рис. 2

блюдаются более полугода. Зимой на большей части России осадки выпадают в виде снега, который накапливается до весны. Весной же снег начинает быстро таять, вызывая паводки. С наступлением лета почвы иссушаются, на обширных пространствах европейской территории России и Сибири формируются засушливые условия.

Дальнейшее содержание этой статьи основано на оценках будущих изменений климата России, выполненных коллективом Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова, в которых широко использовались расчеты с помощью МОЦАО нового поколения. (Исследования изменений климата, основанные на применении сложных физико-математических моделей, ведутся также в Институте вычислительной математики и Институте физики атмосферы РАН.)

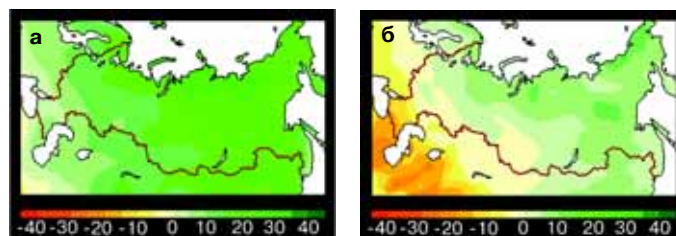
Температура воздуха. В XXI веке на территории России, прежде всего в арктических и субарктических регионах, потепление будет заметно больше по сравнению с глобальным (рис. 3). Среднее за год потепление в середине века может составить $2,6 \pm 0,7^\circ\text{C}$ по сравнению с



4
Изменения температуры воздуха ($^\circ\text{C}$) у Земли зимой (а) и летом (б) на территории России в середине XXI века (2041–2060 гг.). Здесь и далее расчеты выполнены по ансамблю из 16 моделей, участвовавших в оценке изменений климата при подготовке 4-го Доклада МГЭИК; изменения подсчитывались по отношению к базовому периоду 1951–1970 гг.

концом XX века (1980–1999 гг.). Ожидаемое увеличение температуры существенно зависит от времени года и региона (рис. 4). Все без исключения модели показывают наиболее значительное потепление зимой ($3,4 \pm 0,8^\circ\text{C}$), особенно в Сибири и широтной зоне вдоль Полярного круга. Летом, наоборот, в этой широтной зоне потепление будет наименьшим ($1,9 \pm 0,7^\circ\text{C}$). Изменение температуры воздуха у поверхности Земли во всех регионах России зимой и летом ожидается значительно большим, чем разброс изменений между отдельными моделями. Это говорит о том, что расчеты по моделям достоверны.

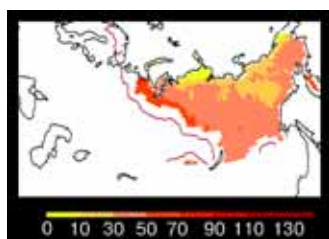
Осадки. Среднегодовое количество осадков возрастет к середине века на $8,2 \pm 2,5\%$ по сравнению с периодом 1980–1999 гг. Самый значительный рост осадков приходится на зиму, с максимумом в восточных и северных регионах (рис. 5). В 2050 году на большей части России ожидаемое увеличение количества осадков в три раза превышает модельную изменчивость ($14,5 \pm 4,5\%$). Летние дожди тоже станут обильнее, но не настолько ($4,1 \pm 3,1\%$), и для них на большей части европейской территории России разброс между моделями особенно велик. Это означает, что достоверность расчета осадков в отдельных регионах России пока еще недостаточно высока. На юго-западе России осадков даже станет меньше. Изменения фазового состояния осадков (дождь пойдет или снег?) также важны. В европейской части России рост суммарных осадков происходит преимущественно за счет дождей, в то время как в Западной и Восточной Сибири — за счет снега. Таким образом, в Сибири следует ждать дополнительного накопления снега зимой и более обильного таяния весной.



5
Изменения количества осадков (%) зимой (а) и летом (б)

Влажность почвы. При потеплении климата не только растет количество осадков, но и усиливается испарение с поверхности почвы, а это существенно уменьшает влагосодержание деятельного слоя почвы (глубиной 1 м) и речной сток именно в тех регионах, где особенно развито сельское хозяйство: на Северном Кавказе, в Поволжье и др. Модельные расчеты показывают, что там, где снежный покров сходит рано, влагосодержание почвы начнет уменьшаться уже весной, а с наступлением лета это уменьшение станет заметным на всей территории России. Вырастет вероятность засухи, особенно в южных регионах.

Речной сток. Рост среднегодовых осадков при потеплении заметно увеличит сток на водосборах крупных речных систем (при условии, что испарение не будет расти быстрее, чем осадки). У южных рек, где количество осадков увеличится не так сильно, годовой сток может заметно сократиться из-за повышенного испарения. На водосборах северных рек, таких, как Печора, Северная Двина, Мезень, Енисей, Лена, заметно вырастут среднегодовые стоки. Принимая во внимание, что на этих водосборах зимой будет накапливаться больше снега, увеличится и вероятность паводковых ситуаций весной.



6
Изменения глубины протаивания многолетнемерзлых грунтов (в сантиметрах) для августа середины XXI века. Красной линией обозначена граница многолетнемерзлых грунтов во второй половине XX века



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Сезонное протаивание многолетнемерзлых грунтов. В России многолетнемерзлые грунты (это более корректное название «вечной мерзлоты» употребляют специалисты) занимают около 70% территории. Глубины сезонного протаивания грунтов существенно зависят от их свойств (торфяники, суглинки, пески) и растительных покровов. Поэтому в естественных условиях протаивание происходит не равномерно, а мозаично. При потеплении глубина протаивания конечно же увеличится, и это не лучшим образом скажется на многих видах хозяйственной деятельности.

Расчеты показывают, что смещение к северу границы многолетнемерзлых грунтов сохранит широтный характер и составит к середине века от 100 до 250 км. На большей части территории Сибири глубины протаивания возрастут на 20–40 см (рис. 6). При этом во всей рассматриваемой области разброс значений, полученный по разным моделям, меньше средней величины, полученной по ансамблю моделей.

Деградация многолетнемерзлых грунтов приведет к деформации или даже разрушению строений и транспортных путей. Наиболее уязвимыми будут портовые объекты и другие сооружения инфраструктуры водного транспорта, так как для севера Западной Сибири в руслах рек преобладают песчаные грунты, а именно они в наибольшей степени подвержены протаиванию. Такие же грунты характерны для полуострова Ямал, где в ближайшие годы планируется интенсивная добыча газа.

Выводы

Научное прогнозирование изменений климата в XXI веке, несомненно, заслуживает пристального внимания. Однако вследствие чрезвычайно большой инерции климатической системы, обусловленной продолжительным временем жизни парниковых газов в атмосфере, а также огромной термической памятью Мирового океана и ледников Гренландии и Антарктиды, потепление климата будет продолжаться несколько столетий. Это означает, что если концентрации парниковых газов в XXI веке будут расти с такой же скоростью, как в последние несколько десятков лет, то серьезная угроза ожидается в отдаленной перспективе. С другой стороны, долговременные программы для ранних превентивных действий, рассчитанные на реализацию в течение нескольких десятиков лет, недостаточно убедительны для правительственных организаций. Правительства не готовы рассматривать последствия изменений климата за пределами 10–20 лет. К тому же изменения, наблюдаемые в течение небольшого времени, достаточно малы по сравнению с естественной изменчивостью климата, и это притупляет внимание к грядущим проблемам.

Какие именно ранние предупредительные меры необходимо принять сейчас, чтобы ослабить долговременные последствия? Этот вопрос требует особого внимания, и правильный ответ на него представляется непростым.

На фоне глобального потепления региональные изменения климата России будут далеко не одинаковыми, а их влияние на хозяйственную деятельность — как благоприятным, так и пагубным. Зона комфортного проживания может переместиться к северу, сократятся расходы на отопление, улучшится ледовая обстановка и соответственно упростятся транспортировка грузов вдоль арктического побережья и на крупных реках, освоение природных ресурсов арктического шельфа и т. д. В то же время более частыми станут засухи в одних регионах и наводнения в других. Протаивание многолетнемерзлых грунтов может нанести серьезный ущерб строениям и коммуникациям в северных регионах России. Нарушится равновесие в биоценозах, изменится их видовой состав. Могут возникнуть серьезные проблемы, связанные с миграцией населения.

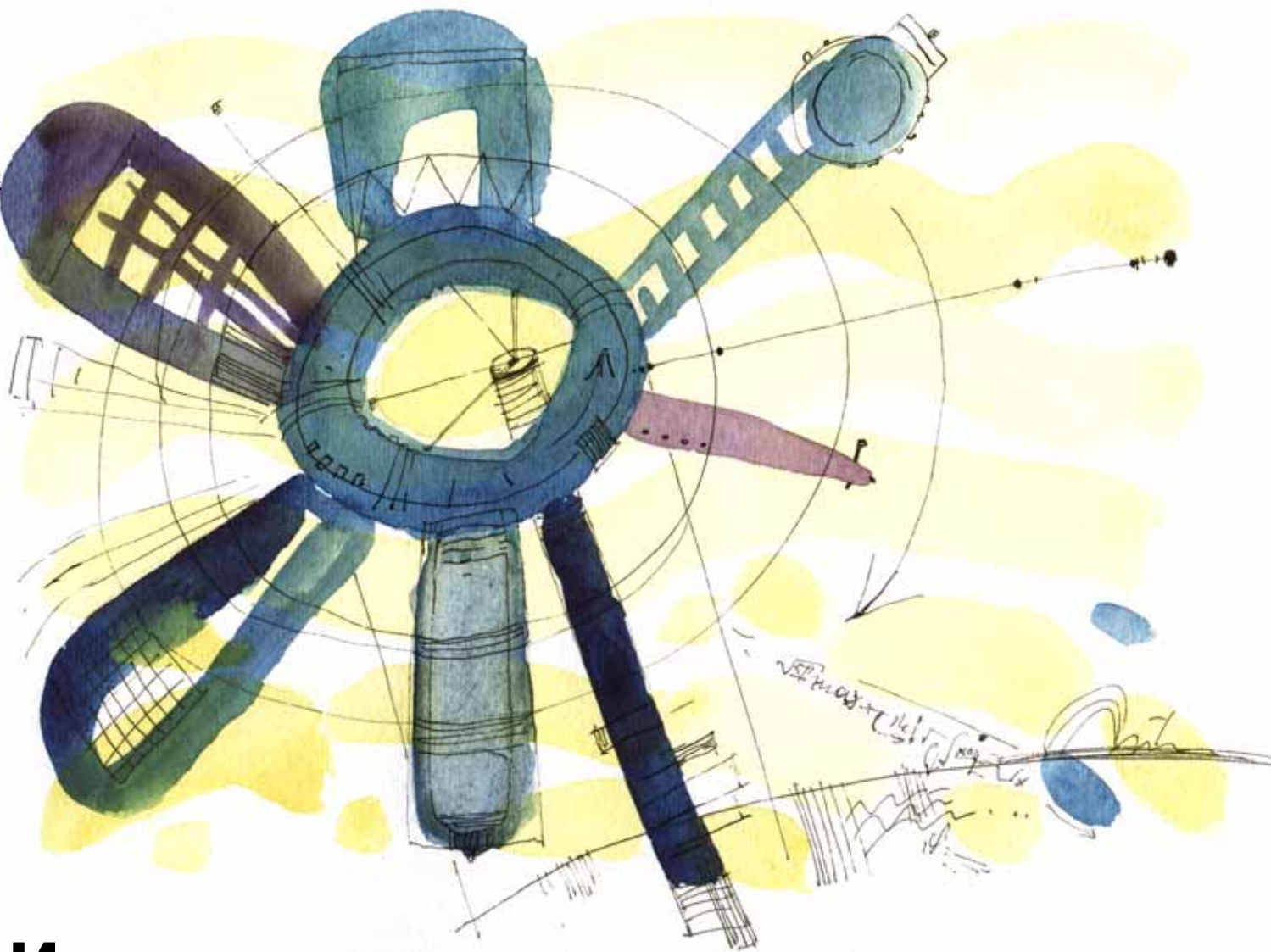
Оценки влияния климатических изменений на сельское хозяйство России, водные ресурсы, растительный и животный мир, демографическую ситуацию все еще весьма неопределенны. Однозначная же оценка (выгодно или невыгодно потепление для России), по-видимому, в принципе невозможна, учитывая как сложность взаимодействия разных факторов, так и этическую сторону проблемы в международном плане. Например, можно ожидать катастрофических последствий в одних регионах земного шара и появления новых экономических возможностей в других.

Глобальное потепление создает для России — с учетом ее географического положения, экономического потенциала, демографических проблем и геополитических интересов — новую ситуацию, и руководству страны необходимо осознать важность грядущих перемен с точки зрения национальных интересов. В подавляющем большинстве промышленно развитых стран изменение климата рассматривается как первоочередная проблема, которая требует всестороннего изучения и разработки долговременных программ. Очевидно, что в XXI веке антропогенное воздействие на климат и меры, направленные на уменьшение негативных последствий этих изменений, будут в центре внимания мирового сообщества. Игнорирование глобального потепления, оправдываемое его недостаточной изученностью, — не самый благоразумный выбор, и за него, возможно, придется дорого заплатить.

Что еще можно почитать об этом

Мелешко В.П. и др. Антропогенные изменения климата в XXI веке в Северной Евразии. *Метеорология и гидрология*. 2004, № 7, 5–26.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report. Technical Summary.



Инструменты управления климатом

Кандидат
технических наук
П.И.Исаев

Неисчерпаемая энергия Солнца

По крайней мере с античных времен люди хотят использовать солнечную энергию для своих нужд, но у них это редко получается. Если Архимед, согласно легенде, мог концентрировать лучи солнца и поджигать римские корабли, то добыть тем же способом воду для защитников осажденных Сиракуз ему не удалось. Сегодня, когда говорят о солнечной энергетике, как правило, имеют в виду получение электроэнергии с помощью солнечных батарей («Химия и жизнь», 2007, № 3). Однако такое понимание слишком узко. Во-первых, пока что КПД фотопреобразования солнечной энергии в электрическую существенно ниже, чем у термопреобразования. Во-вторых, материалы — пластины монокристаллического кремния с нанесенными на них полупроводниками — стоят весьма дорого. С этими проблемами, низким КПД и высокой стоимостью материалов, и связан в значительной степени скепсис в отношении солнечной энергетике: мировая энергетическая наука и практика о ней или умалчивают (как в статье «Слово о глобальном потеплении», «Химия и жизнь», 2006, № 12),

или упоминают вскользь как о чем-то незначительном или нереальном («Трезвый взгляд на водородную энергетику», «Химия и жизнь», 2006, № 5). В качестве альтернативы традиционным технологиям чаще всего вспоминают ветроэнергетику или биоэнергетику. А ведь они, будучи производными, полученными от солнечной энергии в результате довольно сложных процессов, дают лишь мельчайшую долю той исходной энергии, которая была затрачена на рост растения или формирование ветра.

Солнечная энергия огромна, неисчерпаема, и ни одна известная технология не может даже сравниться с ней. В самом деле, мощность потока солнечных лучей, которые достигают ионосферы, составляет $1,35 \text{ кВт/м}^2$. В горах до поверхности почвы доходит $1,15\text{--}1,25 \text{ кВт/м}^2$. В среднем же на поверхность Земли падает поток $0,8 \text{ кВт/м}^2$. Если считать, что мощность, потребляемая каждым человеком, равна $1,5 \text{ кВт}$ («Химия и жизнь», 2007, № 3), получаем суммарную потребность в 9 млрд. кВт . Такое количество энергии падает на $11,25 \text{ тыс. км}^2$, что составляет ничтожную, менее $0,002\%$, часть площади земной поверхности. Это

вовсе не те 4% земного шара, о которых говорит доктор химических наук В.З.Мордкович в № 5 «Химии и жизни» за 2006 год. Даже если принять, что лучи солнца освещают эту площадь не все время, а, скажем, по восемь часов в сутки, суммарная площадь все равно останется малой даже по сравнению с общей площадью пустынь — 30 млн. км². Поэтому дело в том, чтобы повысить эффективность использования падающей энергии и правильно ее употребить. Ведь на самом деле превращение солнечной энергии в электричество с КПД 10% и последующими потерями энергии при транспортировке по проводам — это отнюдь не единственное решение. Более интересное направление — смягчение климата в засушливых районах, что может привести к огромным экономическим выгодам. В качестве примера возьмем юг России.

Если двигаться на север от Кизляра, то почти до самого Саратова по обе стороны железной дороги тянется однообразный пейзаж: пустующие земли до самого горизонта. Сюда бы добавить воду, и эти земли превратились бы в роскошные сады и огороды, интенсивно поглощающие CO₂ и выдающие глюкозу и фруктозу в целебных плодах и ягодах. Однако откуда ее взять?

Добыча холода из тепла

Воду в засушливом районе следует брать из... воздуха. Звучит странно? Только поначалу. На самом деле водяной пар всегда присутствует в воздухе, однако он не может днем превратиться в жидкость из-за сильного нагрева почвы. А вот ночью этот пар конденсируется. Достаточно вспомнить путешественников-экстремалов, которым вполне хватало для питья конденсата, собранного с редких растений пустыни. Наши предки, чтобы добыть конденсат, строили бурты из гладких речных камней, опирающиеся на водонепроницаемую глиняную подстилку с колодцем в ее нижнем краю. Эти камни ночью охлаждались, а утром «потели» в течение часа, и в колодце накапливалась влага.

Я видел в Иордании огромную крепость, которую крестоносцы не смогли покорить даже после нескольких лет осады, так как на крышах домов были установлены каменные бурты для добычи воды из воздуха. А в Феодосии и по сегодняшний день функционирует такое сооружение с множеством колодцев.

Если осовременить этот метод, сколько воды из воздуха сможем мы добыть? Возьмем холодный радиатор площадью в один квадратный метр и положим его на каменную кучу. Воздух, контактирующий с радиатором, охладится, потягивается и проникнет в промежутки между камнями. Примем в качестве наименьшей скорости прохождения воздуха через наш радиатор — 10 км/ч (флюгер начинает двигаться при скорости ветра 5–7 км/ч). Если возьмем количество воды в каждом кубическом метре воздуха равным 21 г (бывает и больше), то получим, что наш радиатор и камни задерживают 210 л воды в час, а за сутки эта величина достигнет при постоянном охлаждении радиатора более 5 т.

Такие устройства (рис. 1) для круглосуточной выработки холода за счет использования солнечной энергии разработаны мною в семи вариантах. Наиболее просто по конструкции устройство для разогрева параболическими концентраторами труб с аммиаком CaCl₂·8NH₃. Аммиак на солнечной стороне разлагается, давление газообразного аммиака возрастает, и его пары начинают конденсироваться на теневом конце трубы — как известно, под давлением аммиак сжижается уже при комнатной температуре. После прекращения разогрева (за 1–1,5 ч солнце отходит от расчетной зоны) начинается обратное превращение хлорида кальция в аммиак, давление снижается, и накопленный жидкий аммиак кипит, поглощая тепло из окружающей среды. В результате труба охлаждается. При

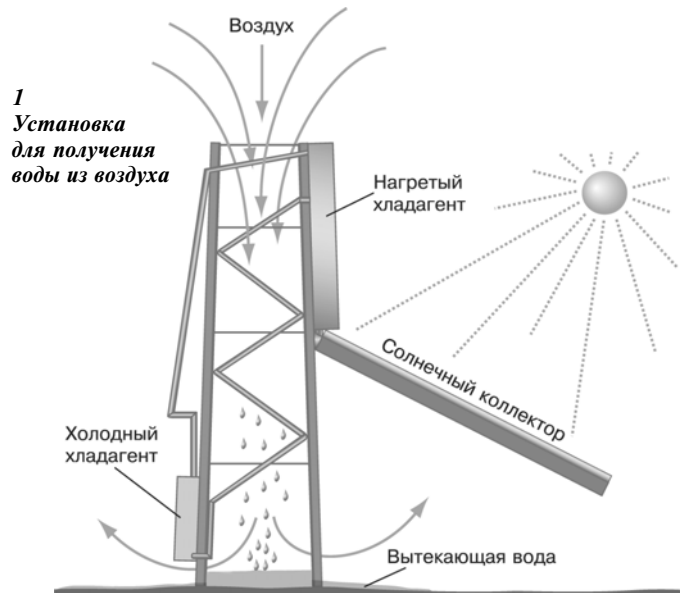


А ПОЧЕМУ БЫ НЕТ?

правильном подборе параметров достигается аккумуляция холода для почти круглосуточной добычи воды из воздуха. Реальный теплоприемник-конденсатор должен состоять из множества мелких труб — так будет увеличена площадь поверхности. К сожалению, пока мне не удалось выявить показатели надежности и долговечности аммиаков в циклическом режиме. Однако непрерывный процесс выработки холода за счет реакции поглощения тепла удалось показать на более сложной установке, которая работает на смеси ацетона с пропаном.

Аналогичным способом удастся напрямую превращать солнечную энергию в холод, который затем пригодится для централизованного кондиционирования помещений, охлаждения сельхозпродукции, в том числе абрикосов, персиков, черешен, томатов и прочих плодов земли, охлаждения прудов для рыб в жарких широтах и много чего еще.

Такой подход может быть реализован и в горах, и в долинах. Практически в любых «неудобях» солнечный холод поможет выращивать плодово-ягодные насаждения. Можно будет накапливать воду в озерах и специальных храни-



лищах для орошения, тушения пожаров, вырабатывать электроэнергию на вытекающей воде, особенно если хранилище расположено на возвышенности, — и все это почти бесплатно! Может, тогда и в моем родном Дагестане, где природа создала все условия для садоводства и огородничества, появятся свои фрукты и овощи, а не нынешняя привозная продукция весьма сомнительного качества.

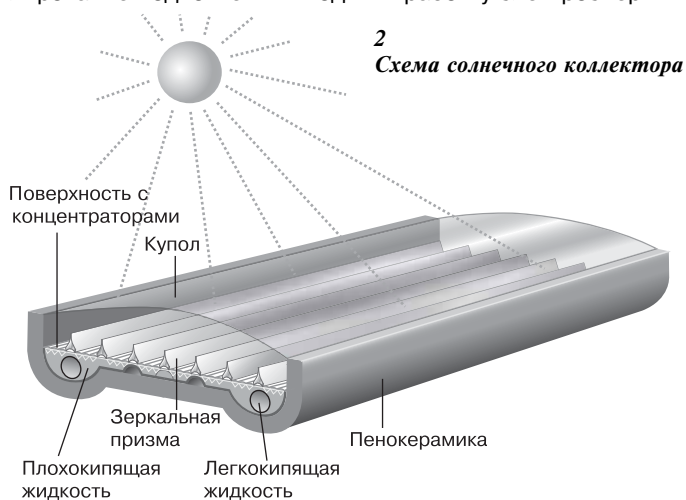
Коллектор для лучей

Главное в солнечной энергетике — решение проблемы максимального поглощения и использования солнечного тепла с минимальными потерями. Кусочек железа во дворе нагревается за счет поглощения солнечной энергии. Но если бы в какой-то момент не наступало равновесие

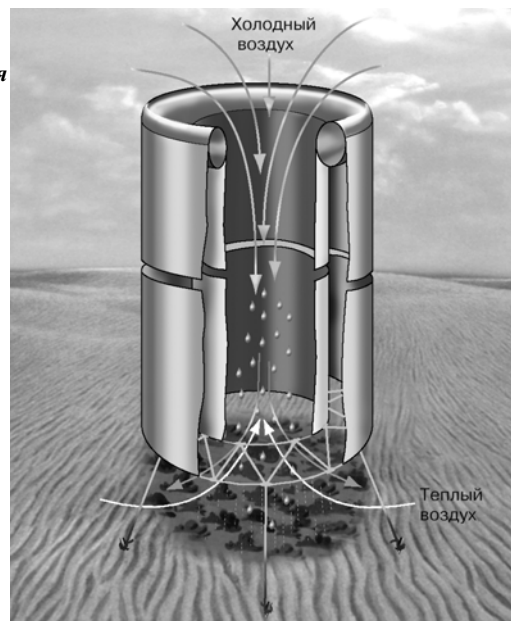
между поглощенной и отданной окружающей среде энергиями, это железо расплавилось и даже испарилось бы, потому что температура поверхности Солнца почти в четыре раза больше, чем температура плавления железа. Так и наши серийные (да и зарубежные тоже) солнечные коллекторы — алюминиевые трубки, покрашенные черной краской и заключенные в корпус из сотового поликарбоната, — подобно этому кусочку железа, имеют весьма низкие показатели равновесной температуры, по сути, они лишь чуть-чуть, на 15–25%, отличаются по эффективности от бочки, наполненной водой и установленной на крыше дачного домика. Созданные нами в Каспийске коллекторы (рис. 2) в корне отличаются от существующих: они не содержат металлических деталей, кроме энергообменных труб, но состоят из прозрачного стеклянного ограждения, плотной керамической скорлупы и теплоизолирующей пенокерамики. Корпус коллектора — это единый, без перегородок, желоб, у которого и торцы, и дно, и боковые стенки надежно теплоизолированы. На эти стенки опирается ограждение из специального стекла: оно пропускает солнечные лучи длин волн от 400 до 2300 нм внутрь коллектора, но не выпускает обратно инфракрасное излучение нагретого теплоносителя. Для устойчивости, особенно если внутри для уменьшения потерь тепла создан вакуум, стеклянное ограждение сделано в форме купола. Такие коллекторы практически не выпускают поглощенную энергию — вся она расходуется на нагрев теплоносителя, который, как во всякой тепловой электростанции, затем передает тепло во внешний контур.

Специальная конструкция коллектора и применение современных материалов позволяют довести КПД тепловой солнечной станции до 80%, то есть получение одного кВт мощности с квадратного метра площади коллектора становится вполне возможным. Совершенно не обязательно занимать коллекторами свободные площади, на которых должны быть растения: ими вполне можно отделять стены и крыши домов. Такой подход позволит, помимо выполнения собранным теплом полезной работы, еще и защитить дом от излишнего нагрева в южных районах и от чрезмерного охлаждения — в северных.

Кому-то может показаться, что рассказы о столь эффективных солнечных коллекторах — чисто теоретические. Это не так. В 1999 году на Кировском заводе в Санкт-Петербурге мне удалось на заработанную в Турции небольшую сумму по собственным чертежам изготовить солнечную электростанцию мощностью 30 кВт. Теперь эту станцию мы испытываем в ОАО «Геотермнефтегаз» (единственном в России предприятии геотермальной подотрасли, сохранившим свой технический и технологический потенциал), чтобы выяснить, возможно ли объединить энергетические возможности Солнца и Земли, высокотемпературное дистиллирование подпочвенных вод и выработку электроэнергии.



3 *Воздухоплавающая труба*



В 2007 году в горах Дагестана мы начали испытания полупромышленной солнечной установки для получения воды из воздуха. Для расширения этой деятельности нужно строить два завода — по изготовлению стекла и пенокерамики. Поскольку эти материалы можно использовать не только для солнечной энергетики, но и для строительства — из пенокерамики делать звуко- и теплоизоляцию, а из прозрачных стекол с просветляющим покрытием — энергосберегающие окна, предохраняющие помещение от нагрева летом и охлаждения зимой, — затраты возможного инвестора быстро окупятся. Самое главное, что все эти технологии защищены отечественными патентами. Это будет настоящее использование российских высоких технологий.

Вода из воздушной трубы

Уместно заметить, что добычей воды осушить воздух невозможно, потому что при данной температуре и атмосферном давлении относительная влажность воздуха — величина постоянная и отбор влаги из него увеличивает испарение ближайшего водоема. Извлекая воду из воздуха, мы лишь усиливаем воздушные потоки. Если же речь идет о прикаспийских областях, то увеличение испарения моря им только на пользу — ведь Каспийское море сейчас находится в фазе подъема, что приносит бедствия прибрежным жителям, затопляя их поселения. Солнце и воздух есть везде, и поэтому доведение орошаемого земледелия по такому принципу до 100% не представляется дорогой или трудной задачей, тем более что себестоимость солнечных установок добычи воды из воздуха невысока и их можно приспособить к любым рельефу и растительности, лишь бы дикие животные их не растоптали.

Однако ту же воду из воздуха и холод из тепла для жарких районов можно добыть и совсем другим способом, вовсе не используя солнечные коллекторы. Для этого потребуются воздухоплавающая конвекционная труба (рис. 3) длиной около километра и диаметром в сотню метров. Она создаст нисходящий поток и охладит данный район холодными массами воздуха из верхних слоев атмосферы. Труба из легкого воздухонепроницаемого и достаточно прочного материала, которая состоит из сот, наполненных легким газом — гелием, так же, как и тор, к которому она крепится верхним торцом, постоянно будет стремиться уплыть вверх, канаты, прикрепленные к нижнему торцу и фиксированные на земле, обеспечат устойчивость ее формы.

Если вблизи нижнего торца закрыть просвет воздухоплавающей трубы, даже просто затянув ее петлей, то она наполнится холодным воздухом. Когда петлю распускают,

нижний торец откроется и оттуда хлынут вниз холодные массы воздуха, увлекая за собой все новые и новые его порции, расположенные значительно выше устремленного вверх тора. Такие нисходящие потоки из трубы создают условия точки росы и формируют весьма приличные осадки в виде дождя или снега, в зависимости от размеров и расположения трубы, а установив воздушные винты на их пути, можно выработать еще и электроэнергию. Эти осадки смогут тушить крупные лесные и торфяные пожары, орошать поля и возродить жизнь в пустынях, которые все больше расширяют свои границы.

Для формирования устойчивого теплого дождя целесообразно создать в трубе восходящий поток, который образует условия точки росы в высоких слоях атмосферы. Расположив такие воздухоплавающие конвекционные трубы в заранее выбранных районах нашей планеты и управляя ими из единого метеорологического центра, можно регулировать климат Земли. Размеры подобных труб ничтожны по сравнению с Землей, и поэтому они не могут повлиять на естественные природные процессы, а подавить очаги формирования возмущений воздушных масс, оборачивающихся затем крупными бедствиями, всегда возможно.

Найдутся скептики, которые будут придирались к формоустойчивости трубы, к ее сопротивлению к горизонтальным воздушным потокам. Все это, как говорится, дело техники. Можно придать ей и крыловидную форму, установить вместо тора гирлянду из простейших аэростатов или

клеить наружную поверхность трубы фотопреобразователями, превращающими солнечную энергию в электрическую для привода винтов перемещения трубы по воздуху. Прикрепленные к земле или поверхности воды (якорям, кораблям или плотам) тросами обечайки нижнего торца, трубы при сильных ветрах будут наклоняться подобно водорослям, но продолжат выполнять свои функции. Короче говоря, можно изготовить несколько вариантов этих воздухоплавающих конвекционных труб и испытать по полной программе.

В общем, преобразовать наш мир и даже создать на всей нашей Земле райские условия жизни для людей за счет правильного распоряжения энергией Солнца — не такая уж сложная задача. Однако для этого нужно сильно изменить структуру экономики (что не вызывает никакого восторга у распорядителей нынешних главных источников энергии — углеводородов) и установить системы солнечных коллекторов и батарей на огромных площадях, что требует немалых затрат. И все же, уместно ли мелочиться в подсчете площадей занимаемых солнечноэнергетическими установками, если речь идет о сохранении нашей, человеческой, среды обитания?

С автором статьи можно связаться по телефону в Каспийске 8(87-246) 513-45



А ПОЧЕМУ БЫ НЕТ?

Энергию ураганов — людям

Идея утилизации тепловой энергии океана не нова. Программа ООН по ее конверсии — OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion) действует давно. Однако пока что такой вид энергетики остается нерентабельным. А что, если связать ее с ураганной безопасностью? Как не раз писала «Химия и жизнь», излишний нагрев поверхностных вод провоцирует эти разрушительные стихийные бедствия. Если бы удалось охладить поверхностные воды в очагах зарождения ураганов, то и разрушений и связанных с ними многомиллиардных убытков удалось бы избежать, и тогда конверсия океанического тепла могла бы стать рентабельной. Как же можно понизить температуру поверхности океана?

Еще в 1976 году «Химия и жизнь» рассказывала о предложенном Патлом и Левинфишем океаническом фонтане, который позволяет поднимать воду из глубин и опреснять ее. Вот его схема. Дно опускаемой в океан трубы с пресной водой закрыто полупроницаемой мембраной. Вода в трубе легче морской, что создает растущее с глубиной давление на мембрану, и на глубине около 950 метров его уже хватает для начала опреснения и подачи воды с нижних слоев наверх, то есть фонтанирования. Питает чудо-фонтан энергия солевой неравномерности, ведь в равновесии океан имел бы градиент солености от легкой пресной воды наверху до рассола у дна. Перемешивает океан солнце: испаряя воду в тропиках и морозя у полюсов, оно создает течения, нивелирующие соленость и несущие холод в глубину. Но, несмотря на фан-

тастическую выгодность добычи чистой пресной воды, промышленность фонтан в океане отвергла, так как известные технологии опреснения используют давление на порядок большее, а его снижение ведет к резкому торможению фильтрации и засору мембран. И все же фонтан в океане — не утопия, ведь многие растения и животные воду опресняют при давлениях, близких к осмотическому, то есть тех же, что возникают в фонтане. Вняв подсказке природы, я предлагаю взять множество трубок со стенками из тончайших мембран. Такая разветвленная система, подобная корням дерева, компенсирует слабость напора за счет роста площади фильтрации. А поры можно чистить ультразвуком либо с помощью глубоководных роботов. Фонтаны, установленные в защищаемой акватории, должны работать весь сезон образования ураганов, то есть около полугода.

Сколько же воды надо поднимать для профилактики урагана? Подсказку опять берем у природы. Ураганы оставляют след — слой опресненной и охлажденной на 2—4 градуса воды. Ясно, что поставленная задача требует копирования этого явления водой фонтана, что по первым прикидкам составляет около 1 тонны воды на 1 квадратный метр защищаемой акватории. Размещать фонтаны надо на заякоренных или дрейфующих платформах. Для развозки холодной воды по защищаемой акватории потребуются специальные суда — танкеры-курьеры. Их груз, вода, безопасен, поэтому водоизмещение танкеров может быть огромным.

В функции танкеров-курьеров также войдут выработка и утилизация энергии с помощью энергетической установки — ручной циклон. Принцип его работы таков. Вентилятор засасывает влажный и теплый воздух в корпус циклона. Там он соприкасается с охлаждаемым водой адсорбером, и влага из воздуха конденсируется. Расчет показывает, что при этом возникает падение давления примерно на 5% от нормального. Это порождает искусственный вихрь, который вращает турбину, и она может выработать больше энергии, чем было затрачено на засасывание воздуха. Полученный конденсат, слившийся с хладагентом, поступает на осмотическую ГЭС, утилизирующую градиент солености пресной и морской воды, и далее за борт понижать температуру поверхности океана. Экологические следствия океанской энергетики компенсируют вред традиционной: поверхность океана охлаждается, а концентрация углекислого газа снижается, так как холодная вода его поглощает лучше, чем теплая.

Главное препятствие на пути проекта — отсутствие технологий низконтарного опреснения и производства корневых труб. Научный задел тут достаточен, дело лишь за целевой программой. До начала работы фонтана в океане установку циклона можно опробовать, загрузив танкер-курьер полярной водой или льдом.

В. Кальменс,
gold_key1@mail.ru

ВИРТУАЛЬНАЯ ПРИМЕРКА ОБУВИ

Немецкие программисты сделали виртуальное зеркало, которое позволяет очень быстро перемерить всю обувь в магазине.

Пресс-секретарь
Monika Weiner,
Monika.Weiner@
zv.fraunhofer.de

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

Изобилие на полках магазинов приводит к проблеме выбора: хочется перемерить все, но это требует времени. Ученые из Фраунгоферовского института телекоммуникаций и Института Генриха Герца (Германия) решили помочь модницам: они создали виртуальное зеркало и договорились с одним магазином на парижских Елисейских Полях, чтобы его там установили.

В отличие от обычного, виртуальное зеркало с помощью камеры фиксирует положение ног и ступней клиента и проецирует изображение на экран. Из базы данных программа выбирает требуемую пару обуви и обувает в нее ногу на изображении. «Благодаря новым алгоритмам обработки трехмерных изображений программа работает столь быстро, что успевает воспроизводить движения клиента в реальном времени», — говорит Юрген Рурайнски, один из создателей виртуального зеркала.

Другая разработка немецких ученых, на сей раз из Фраунгоферовского института производственных систем и технологического дизайна, поможет отлавливать ворованные произведения искусства. Сегодня существуют внушительные базы данных краденых шедевров. Однако инспектору, который готовит аукцион, трудно искать предмет среди многих тысяч ему подобных. Теперь работа облегчится. Достаточно будет фотоаппаратом сотового телефона снять картину или скульптуру и послать ее изображение в хранилище данных. «Наша программа распознает схожие фигуры на двух изображениях по очертаниям и цвету. При этом плохое качество фотографии, например следы вспышки или повышенная яркость, не собьет ее со следа», — говорит доктор руководитель работы Бертрам Николай.

РЫБА ОРИЕНТИРУЕТ ПОДЛОДКУ

Ученые из США создают систему, которая позволит подводной лодке ориентироваться в воде подобно рыбе.

Chang Liu,
changliu@uiuc.edu

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

Всякий, кто пытался ловить рыбу руками, знает, как легко она ускользает буквально в тот момент, когда вы, казалось бы, уже схватили ее. А дело в том, что у рыбы вдоль всего туловища тянется боковая линия, которая состоит из датчиков, способных реагировать на мельчайшие изменения в движении воды. Если бы подводная лодка была оснащена такими же датчиками в дополнение к сонарам и видеокамерам, она бы проще отыскивала цели, а также избегала столкновений с движущимися и стационарными объектами.

Симитировать датчики боковой линии рыбы решили ученые из Иллинойского университета (США) во главе с Чаном Лю. Созданная ими искусственная боковая линия состоит из линейного массива микродатчиков течения жидкости. Их размер и расстояние между ними такие же, как у настоящих рыб: размер датчика — 400 микрон, а расстояние — один миллиметр. Датчики расположили на микросхеме из оксида металла и сверхпроводника.

Во время испытаний искусственная линия, которая состояла из 16 датчиков, сумела заметить как близко расположенный источник колебаний воды, так и гидродинамическое возмущение, приходящее издалека (такое возмущение возникает от лопастей винта подводных лодок). Работу финансировали фонды поддержки исследований ВВС и Минобороны США.

НЕЙРОНЫ ИЗ КОЖИ

Канадские ученые вырастили нейроны из стволовых клеток кожи взрослого человека.

Источник: «Journal
of Cellular
Physiology»

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

Сотрудники Монреальского университета Лавала впервые вырастили в лабораторных условиях нейроны, воспользовавшись стволовыми клетками кожи. По словам руководителя работы Франсуа Берто, это сулит прорыв в лечении нейродегенеративных заболеваний, в частности болезни Паркинсона.

Ученые воспользовались образцами кожи, полученными в процессе пластических операций. В коже нет нейронов, однако окончания клеток — аксоны — здесь обнаружить можно. Подвергнув образцы специальной обработке, исследователи выделили нужные клетки.

Предварительные эксперименты помогли определить состав среды, в которой клетки начнут быстро размножаться и дифференцироваться. Помещенные в нее аксоны начали приобретать характерную для нейронов продолговатую форму.

На биохимическом уровне ученые выявили, что вскоре эти клетки начали вырабатывать маркеры и молекулы, связанные с процессом передачи нервного импульса между нейронами. По мнению Берто, это свидетельствует о начале формирования синапса.

Получение нейронов из клеток кожи позволит решить проблему источника человеческих нейронов для исследований: поскольку нейроны не размножаются, для работ в лабораторных условиях придется полагаться на нейроны животных.

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

ГРИБЫ ПРОТИВ ОБРАСТАТЕЛЕЙ

Шведские ученые нашли новое средство борьбы за чистоту корабля.

Hans Elwing,
hans.elwing@
gmm.gu.se

Во всех странах, где есть морской флот, моряки сталкиваются с одной и той же проблемой: на днище танкера или океанского лайнера, которое постоянно погружено в воду, селятся рачки-обрастатели. Они всего лишь живут на поверхности днища, однако из-за них возрастает сопротивление воды движению корабля, причем существенно. В старину днище покрывали медными листами, ведь медь — это яд для рачков. Ныне в краску добавляют яд, содержащий медь, и она медленно выделяется оттуда, отравляя воду. Очевидно, это не самый дружелюбный по отношению к окружающей среде способ, но другого-то нет.

«Похоже, нам удалось найти удивительную замену синтетическим ядам. Это экстракт из микроскопических грибов *Streptomyces avermitilis*. Для рачков он ядовит, но не всегда, а только в составе краски. Растворившись в воде, он теряет свою активность. Это первое природное вещество, которое оказывает губительное влияние на обрастателей и в то же время легко разлагается в окружающей среде», — рассказывает профессор Ханс Эльвинг из Гётеборгского университета (Швеция).

Во время опытов ученые установили, что рачкам не нравятся даже небольшие количества экстракта грибов: его концентрация в краске была равна 0,1%. На образцах, окрашенных таким составом, не смог прижиться ни один рачок.

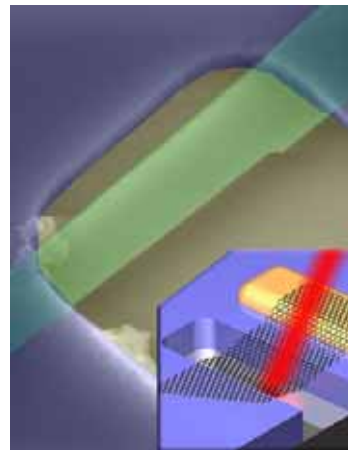
**ГРАФЕН
ИЗ ЗУБОЧИСТКИ**

Американский дипломник простейшим методом получил один из самых удивительных материалов.

Пресс-служба
университета
pressooffice@
cornell.edu

Когда речь заходит о высоких технологиях, в воображении читателя обычно возникает сложнейшие установки, чистые комнаты и люди, облаченные в стерильные костюмы и маски. Ничего подобного в опытах Скотта Банча, дипломника Корнеллского университета, не было. А была зубочистка с приклеенным к ее кончику кусочком специально приготовленного графита. С помощью такого нехитрого устройства он сделал графен — одноатомный слой атомов углерода. Это наитончайший материал: сделать нечто толщиной менее размера атома невозможно в принципе.

А получается сей шедевр материаловедения, как следует из работы Банча, чрезвычайно просто. Для начала нужно взять пластинку диоксида кремния и вытравить в ней бороздки микронной ширины. Затем по этой пластинке следует провести той самой зубочисткой с кусочком графита. И все. Над одними бороздками окажутся толстые слои графита, а над другими — одноатомные пленки графена. В этом ученые убедились, измерив толщину получившихся слоев с помощью атомно-силового микроскопа. Приложив небольшое электрическое напряжение, графеновые пленки заставили колебаться, и по амплитуде колебаний удалось измерить их жесткость. Как оказалось, графен обладает самой высокой жесткостью из всех известных материалов.



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

**БАКТЕРИИ
ЗАЩИТАТ
ЗДАНИЕ**

Американские ученые предполагают укреплять фундаменты зданий почвенными бактериями.

Источник: «Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering», 2007

При сильном землетрясении песчаные почвы начинают течь, что имеет катастрофические последствия для стоящих на них сооружений. Сейчас в такую почву впрыскивают химические вещества, которые склеивают песчинки.

Но эти вещества токсичны для почвы и воды, утверждает Джейсон Ди Джонг из Калифорнийского университета в Дэвисе. Вместе с коллегами он предлагает прибегнуть к помощи природных почвенных бактерий *Bacillus pasteurii*. Эти микроорганизмы способствуют образованию вокруг песчинок слоев карбоната кальция, который их связывает. Инъекция бактерий, необходимые для них питательные вещества, кислород — и рыхлый песок превращается в твердый монолит.

«Вы берете кучу песка, а получаете настоящий камень», — утверждает Ди Джонг. Ранее эту схожую технологию использовали в существенно меньших масштабах, в частности для заделывания трещин в статуях.

У нового метода, по словам его авторов, есть несколько важных преимуществ. Во-первых, он абсолютно безопасен. Во-вторых, его можно применять в любое время, даже когда здание уже построено, — он не меняет структуру почвы. Просто пустоты между песчинками оказываются заполненными.

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

**НОВЫЙ ЗУБ ИЗ
ЧАШКИ ПЕТРИ**

Японские ученые разработали надежный способ выращивания мышиных зубов в чашке Петри.

Источник: «Nature Methods»

Попытки вырастить зубы в лабораторных условиях предпринимались неоднократно (см. «Химию и жизнь», 2006, № 4; 2007, № 1). Такаси Судзи из Токийского университета и его сотрудники продолжили эту тему. Прежде всего они выделили из зародыша зуба мышинного эмбриона два типа клеток — эпителиальные и мезенхимальные. Затем популяцию каждого типа клеток увеличили до 150 штук и впрыснули их в каплю коллагена. Через 16 дней из клеток сформировался новый зародыш зуба. Исследователи удалили у подопытной мыши резец и вставили на его место искусственно выведенный зуб.

Он нормально развивался, обрастая пульпой, кровеносными сосудами и зачатками корней. По словам авторов работы, предложенный ими метод годится и для выращивания усов, которые развиваются из тех же видов клеток.

Тем не менее до выращивания в лаборатории человеческих зубов еще далеко. Необходимо получить клетки на ранней стадии развития эмбриона, а это не у всех встречает одобрение. Сейчас Судзи пытается выяснить, какие клетки взрослого человека могут послужить основой для выращивания зубов.

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

**ЭМОЦИИ
РОБОТА**

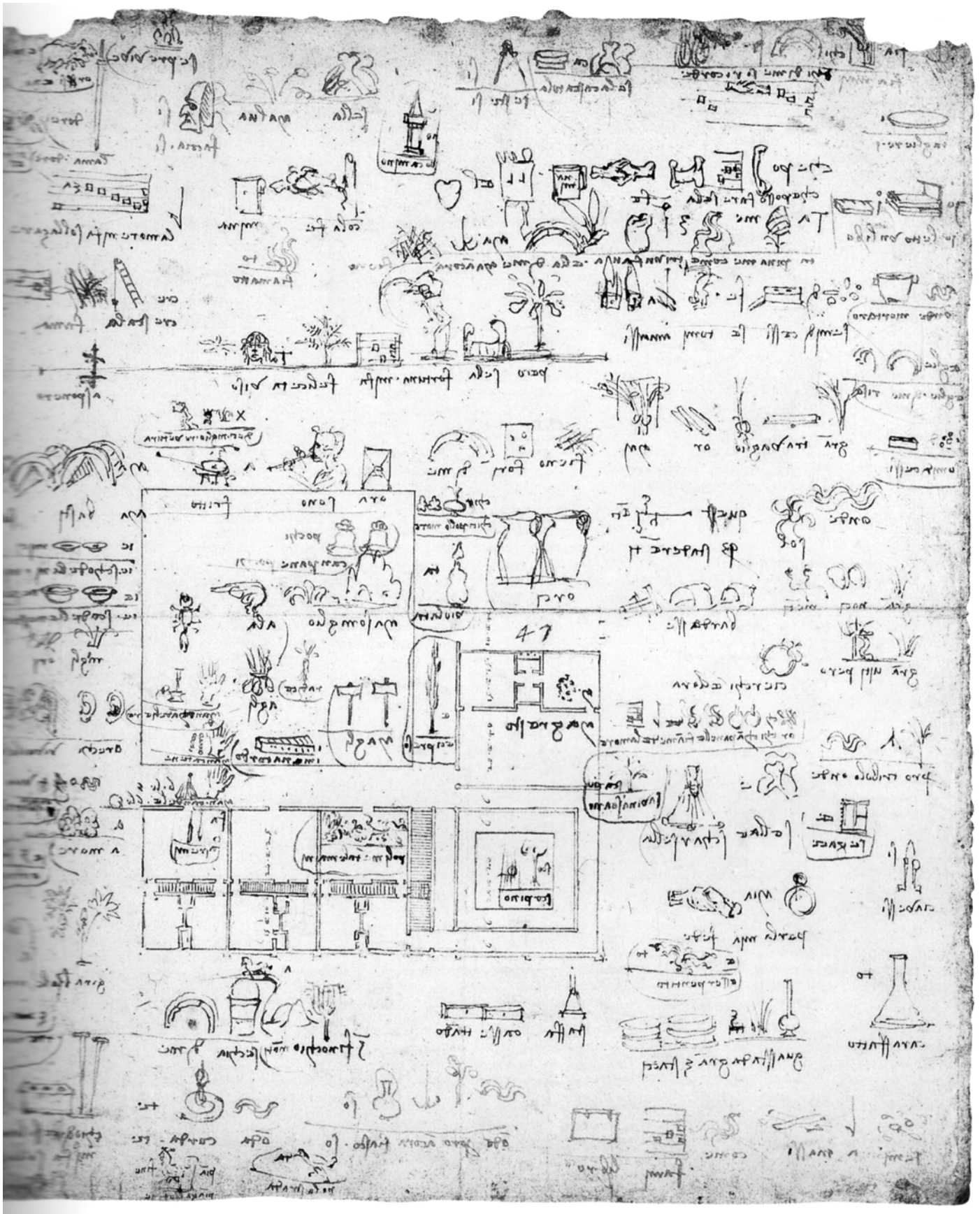
По мнению британских ученых из Хартфордширского университета, домашний робот должен быть способен научиться жить вместе с людьми.

<http://www.feelix-growing.org>

«Если роботы в будущем будут интегрированы в повседневную жизнь людей, они не должны быть автоматами, которые можно снять с полки в магазине и сразу же начать использовать. Робот должен учиться, как ему следует себя вести в той или иной ситуации. А для этого нужно научить его распознавать и проявлять эмоции. Например, если человек заплакал, роботу необходимо понимать: идти ли ему на помощь или лучше куда-нибудь скрыться, чтобы не мешать», — говорит Лола Каньямеро, координатор проекта FEELIX GROWING (FEEL, Interact, eXpress: a Global approach to development With Interdisciplinary Grounding), выполняемого по Шестой рамочной программе Еврокомиссии. Цель этого проекта — разработка автономного робота, способного взаимодействовать с людьми в повседневной обстановке.

В прошлом году Лола Каньямеро уже пыталась вывести созданного ею робота за пределы лаборатории и договорилась с жителями соседнего дома, чтобы он пожил у них. Полученные в результате этой работы данные и позволили выдвинуть идею о том, что для возможности интеграции робота в человеческое общество робот должен развиваться в эмоциональном плане и привыкать к своему хозяину.

Чего нам ждать от науки?

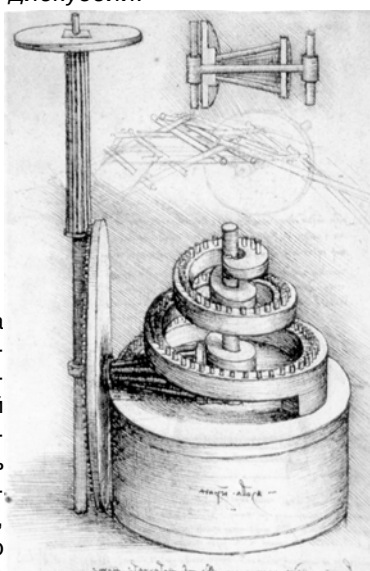


Чего от науки больше, пользы или вреда? Не слишком ли стремителен научно-технический прогресс? Не опасны ли ученые со своими знаниями? Есть ли у науки мораль и этика? В чем состоит долг ученого и его ответственность перед обществом? Нынешние ученые не так часто рассуждают на эти важные темы. У большинства просто нет времени, которое полностью отдано гонке за результатами и финансированием. А есть и такие, кто и вовсе не считает эти вопросы заслуживающими внимания. «Многие склоняются к тому, чтобы не ломать себе голову над последствиями своей работы. Вот здесь и начинается настоящая опасность», — говорил лауреат Нобелевской премии Джеймс Уотсон. Но мы хотим получить ответы на эти вопросы, мы хотим их обсуждать. К счастью, для ученых-мыслителей XX века эти вопросы не были пустяковыми, они беспокоили их и заставляли размышлять. Дискуссия о роли науки была очень активна в XX веке. Предлагаем вам, дорогие читатели, несколько фрагментов из размышлений на эту тему выдающегося биохимика, лауреата Нобелевской премии Альберта Сент-Дьердьи, американского физика Виктора Вайскопфа, советского философа, академика И.Т.Фролова, а также всемирно известного минералога, геохимика и путешественника, академика А.Е.Ферсмана. Конечно, в этих фрагментах, которые были опубликованы в «Химии и жизни» в разные годы, мы не найдем исчерпывающих ответов. Но мы только начинаем разговор и приглашаем наших читателей участвовать в дискуссии.



НАУКА И ОБЩЕСТВО

Альберт Сент-Дьердьи: «Силами, порожденными наукой, должен управлять породивший их разум» (1980)



«Все теперь построено на научном мышлении. Основная его черта — смирение, осознание своей малости, своего несовершенства. Первая заповедь новой философии — ничего не принимать на веру, трезво смотреть в лицо фактам, действовать с холодной головой, без боязни, без предубеждения, мыслить с бескомпромиссной честностью, отбросив опасения, надежды, личный интерес.

Мы живем как раз в середине перехода от донаучного к научному методу мышления, потому нам так трудно. Имя Бога все еще не сходит с наших уст и наших монет, но его нет уже в наших сердцах. Заболев, мы молимся, но на всякий случай принимаем пенициллин. Мы просим Бога о мире, но верим в водородные бомбы. Мы проповедуем христианское милосердие и производим оружие массового уничтожения. Для меня символом нашего времени является колоссальная статуя Христа, стоящего на вершине холма в Испании и простирающего руки к человечеству; у него на макушке укреплен огромный громоотвод — на случай, если всемогущий Господь вздумает покарать его молнией. <...> К несчастью, два мировоззрения никак не уживаются вместе... Нельзя также безнаказанно мастерить водородные бомбы с помощью науки, а потом размахивать ими, имея на вооружении эгоистическую, недалекую, сентиментальную и лживую политику образца XVIII века. Много ли проку посылать космонавтов к другим планетам, а на Земле возводить барьеры между народами? Да, на основе научного мышления был построен свой, просуществовавший века мир, но с помощью науки безвозвратно ушло в про-

шлое казавшееся неоспоримым убеждение о тяжести земной юдоли <...>

Назад дороги нет, и мы стоим перед выбором, который нам диктует сегодняшняя наука: невиданные материальные и духовные богатства или полное самоуничтожение. Я не перестаю размышлять, куда ведет наука? Может ли она помочь построить мир, в котором человек снова почувствует себя дома? <...>

И я спрашиваю себя, как, должно быть, многие ученые: есть ли смысл заниматься наукой? Или надо приостановить все исследования, пока человечество не научится управлять силами, порожденными наукой, не подвергая себя угрозе уничтожения? В каком-то смысле этот вопрос просто нелеп, ибо прогресс науки остановить невозможно. Человек всегда будет стремиться познать новое. Проблема должна быть сформулирована иначе: может ли наука предложить выход из создавшегося положения? На этот вопрос отвечаю не задумываясь: да, несомненно.

Силами, порожденными наукой, должен управлять породивший их разум. Таким образом, если выход из создавшегося положения существует, он не в приостановлении, а в дальнейшем развитии науки до тех пор, пока она сможет создать свой собственный порядок вещей. Мне могут возразить, что человеческими отношениями управляет не мышление, а мораль, а в науке нет морального содержания. Ведь мораль — это лишь простые правила, которые делают возможным сосуществование людей. У морали нет внутреннего значения. Какой смысл проповедовать тигру: «Не убий!» — или убеждать мышь: «Не кради»? Но человеческое общество не может обойтись без таких правил.

Но верно ли, что у науки нет морали? Разве наука — всего лишь метод мышления, приборы или собрание фактов и монографий? Разве наука не живое сообщество? Для меня это так. Для меня наука — прежде всего сообщество людей, которые не знают преград во времени и пространстве. Я живу в коллективе, членами которого являются Ньютон и Лавуазье; индийский или китайский ученый ближе мне, чем сосед-сапожник. Основные моральные принципы этого сообщества просты: взаимное уважение, интеллектуальная честность и добрая воля.

Таким образом, наука на самом деле имеет и третью сторону, то есть мораль, которую она может предложить миру для его перестройки. Наука подняла человека из грязи, освободила его от проклятий, которые довели в былые времена. Она позволила рожать детей без страха. Она открыла возможность достойной жизни, продолжительность которой она так увеличила. Правда, она отвела человеку очень скромное место во Вселенной, но почему же нам не попытаться снова возвыситься, принимая на себя ответственность за нашу судьбу? Зачем толкать друг друга вниз, отравлять все вокруг себя? Чтобы показать, как легко уничтожить жизнь? Наука откроет нам неисчислимые возможности, если мы будем работать сообща, вместо того чтобы вырывать друг у друга мелкую добычу. Наука помогла нам понять и покорить Природу. Может быть, она поможет нам понять и победить самих себя, создать новую высокую форму человеческого существования, богатство и красота которого недоступны сегодня самому изощренному воображению».

Виктор Вайскопф:
«Любознательность
без сострадания
бесчеловечна;
сострадание
без любознательности
бесплодно»
 (1977)

«Должны ли мы сделать вывод о том, что вредно и пагубно продолжать поиски дальнейших знаний и лучшего понимания мира, в котором мы живем? Эти поиски останутся ценными при любых обстоятельствах, поскольку знать о мире меньше вряд ли лучше, чем знать о нем больше. Сама по себе ученость или невежество не влияют на суть человека: жестокость человека по отношению к своему собрату или бездумная эксплуатация людей и природы существовали задолго до промышленной революции. <...>

Наука и техника могут дать средства и методы облегчения тяжести физического труда, продления жизни, выращивания большого количества пищи, достижения Луны или перемещения из одного места в другое со сверхзвуковой скоростью. Чтобы предсказать последствия этих действий на окружающую среду в целом, требуются наука и техника. Однако решения действовать или не действовать основываются на суждениях, выносимых вне связи с наукой. Они определяются в основном двумя важными мотивами: желанием улучшить условия жизни и погоней за властью и влиянием, распространяющимся на других людей. Эти потребности, вероятно, можно научно объяснить в ходе эволюции человечества, но к ним нужно относиться как к реальностям человеческого бытия, лежащим вне рамок науки. <...>

Человеческие проблемы, создаваемые все нарастающим развитием основанной на науке техники, слишком близки и слишком угрожающи; они затмевают значение фундаментальной науки как орудия глубокого проникновения в сущность явлений природы. Ученый должен быть готов к встрече с результатами воздействия науки на общество; он должен быть осведомлен о социальных механизмах, приводящих к специфическим применениям научных результатов и к злоупотреблениям ими, должен стараться предотвратить злоупотребления и увеличивать пользу, приносимую научными открытиями. Иногда ему нужно находить силы противостоять общественному

давлению и не участвовать в деятельности, которую он считает вредной. Задача эта нелегка, поскольку проблемы по сути своей социальны, а побуждения часто диктуются материальной выгодой и политическими соображениями. Это ставит ученого в центре социальной и политической жизни и борьбы.

С другой стороны, ученый обязан защищать, развивать и проповедовать научное знание и научный подход. И в трудные времена нельзя оставлять без внимания величественное здание идей – вечную сокровищницу человечества и важный общественный фонд <...> Мы должны переделывать этот мир, чтобы он стал приемлемым и пригодным для жизни, но мы должны также создавать ценности и идеи для людей, которым придется жить и бороться ради них.

Во время кризиса нельзя пренебрегать искусством и науками; наоборот, следует больше значения придавать духовным ценностям. А расширение пределов человеческой мысли посредством изучения мира, в котором мы живем, – это великая ценность. <...>

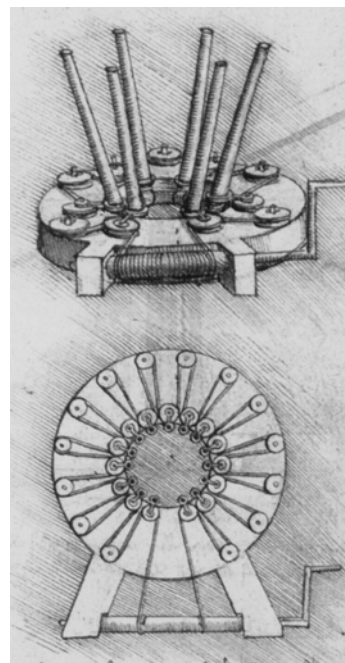
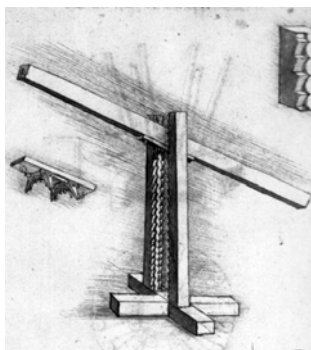
Более широкое понимание науки как целого за рамками профессиональной специализации – необходимое условие воспитания правильного отношения к природе, которое должно быть основной философией ученого. Это чувство близости к Вселенной с ее богатством и единством, чувство особой ответственности перед природой на Земле, где мы властвуем над ней, созидая и разрушая. Более глубокое понимание природы как целого ведет к тому, что часть научной общественности берет на себя долг быть бдительной, предупреждать умышленные и неумышленные злоупотребления наукой. <...>

Можно и нужно бы предпринять гораздо больше, чтобы сделать фундаментальные идеи более близкими мышлению неспециалисту. Популяризация науки должна быть одним из главных занятий ученого. <...>

Все части науки едины. Наука не может развиваться, если она не преследует целей чистого знания и проникновения в законы природы. Она не будет существовать, если ее не использовать широко и мудро для блага человечества, а не в качестве орудия господства одной группировки над другой. Существование людей зависит от любознательности и сострадания. Любознательность без сострадания бесчеловечна; сострадание без любознательности бесплодно».

И.Т.Фролов:
«Сама по себе
этическая
ответственность
ученых – условие
хотя и необходимое,
но отнюдь
не достаточное...»
 (1987)

«Сегодня все сильнее обнаруживается «человеческий разрыв», который пронизывает нашу технократическую цивилизацию. Наука отслаивается от культурных и гуманистических идеалов. И она по существу оказывается тем, что часто называют научным производством, участники которого яко-



бы вообще не должны задумываться над тем, каков результат их деятельности, что это дает людям и к каким последствиям приведет.

Чтобы преодолеть этот «человеческий разрыв», нужен новый синтез, нужно взаимодействие разных наук и всей науки с культурой, их новое воссоединение, потому что профессиональная детализация науки, достигшая колоссальных масштабов и во многих случаях дающая эффективные результаты, в конечном счете может оказаться очень и очень негативной и для самой науки... И все больше и больше отодвигается идеал единой науки, единой культуры, где, возможно, и произойдет новый синтез и «высокое соприкосновение» разума и гуманности человека...

Я хочу привести слова физика и философа М.Борна, который говорил: «В реальной науке и ее этике произошли изменения, которые делают невозможным сохранение старого идеала служения знанию ради него самого, идеала, в который верило мое поколение. Мы были убеждены, что это никогда не сможет обернуться злом, поскольку поиск истины есть добро само по себе. Это был прекрасный сон, от которого нас пробудили мировые события»...

Я хочу еще привести высказывание американского биолога Бентли Гласса, который пишет о том, что «самые тяжелые этические проблемы современности возникают из успехов, которые сделала наука в наше время, и не только успехов ядерных наук, но особенно биологических наук... Я настаиваю на том, что философы науки в будущем должны гораздо больше иметь дело с этическими проблемами, чем с логическими». Может показаться, что здесь несколько преувеличена форма выражения основной идеи, но это – важное свидетельство ученого, и я думаю, что будет развиваться именно та тенденция, на которую он указывает.

Сейчас речь идет о том, чтобы выработать какую-то систему регулятивов, включая правовые, для контроля научных исследований там, где они могут прямо или косвенно угрожать человеку. И мы постепенно приходим к тому, что это, может быть, одно из важнейших достижений современного самосознания науки, которая развивалась в борьбе со всякого рода запретами, а теперь сама приходит к тому, что навешивает на себя вериги, ограничивающие движение.

Нужны строгая этическая оценка теории и практики научного познания и социальный контроль, основанный на государственном и международном законодательстве, – вот к чему пришла современная наука. <...>

Разумеется, необходимо учитывать и то, что наука по своей природе – это поиск нового знания, и, следовательно, всегда будут возникать уникальные, в том числе и с этической точки зрения, ситуации, предусмотреть которые заранее невозможно.

Сейчас главная проблема здесь заключена в четком соотношении этического уровня с социальным, где разыгрываются главные битвы, диктующие этические решения ученых.

Сама по себе этическая ответственность ученых – условие хотя и необходимое, но отнюдь не достаточное для того, чтобы исключить злоупотребления достижениями науки. Эта проблема может быть окончательно решена лишь всем ходом прогрессивного социального развития.

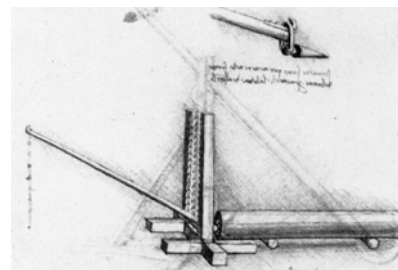
Было бы в высшей степени неразумно преувеличивать возможности науки и ученых в гуманизации прогресса науки и техники. Но еще более неразумным и, по сути дела, безответственным будет игнорирование того, что



НАУКА И ОБЩЕСТВО

дает и что может дать прогрессивная социально-этическая, гуманистическая позиция научной общественности сегодня и в будущем».

А.Е.Ферсман:
«В этом
будущем
строителем
жизни
будет ученый»
(1922)



«Значение точной науки не только в ее достижениях, но в ее методах... Государственные люди должны обязательно пройти через школу точных естественных наук... И я вижу первую тропу к науке будущего. Я вижу эту науку как мощный государственный механизм, я вижу всемогущую власть ее и ее деятелей, могучее подчинение науке всех элементов государственной жизни, торжество мысли и духа, творческих порывов. В этом будущем строителем жизни будет ученый – не оторванный от окружающего мира, а тесно связанный с ним; он будет иметь свое право владеть этим миром, ибо только его достижениями будет этот мир жить. <...>

И, сочетая красоту и величие индивидуального творчества с коллективным трудом, наука на грядущих путях должна сама построить себе новое здание. Я не знаю, как она его построит, но уже сейчас мы можем сказать, что это будет одно здание для всего человечества и что великое объединение народов будет только под знаменем единой науки и единой мысли. <...>

На фундаменте старого физического мировоззрения я вижу в науке будущего торжество человеческого духа, и наука грядущего на неведомых нам новых весах, неведомыми новыми масштабами завоюет и самого человека, в творческих его достижениях, в проявлениях его душевной и мозговой деятельности найдя новую научную область самых высших форм сочетания элементов природы. И когда точное положительное знание захватит в своем победном шествии самого человека, тогда во всей красоте будущее будет принадлежать тому, что сейчас мы называем науками гуманитарными... Снова к самому человеку, к его познанию и творческой мысли вернется наука, и прекрасные будут ее достижения на пороге нового мира, когда из того, что сейчас называем мы Homo sapiens, создастся Homo scientiae. <...>

Не о завтрашнем дне я говорил, даже не о науке послезавтра, я говорил об отдаленном будущем, скрытом еще от нас. Но одно несомненно, что это будущее зависит от самого человека, оно зависит от нас самих, если только сумеем мы сквозь окружающий нас мрак пронести к светлому будущему факел науки».

В оформлении статьи использованы рисунки Леонардо да Винчи





Кандидат
физико-математических наук
С.М. Комаров

Метка рода человеческого

И он сделает так, что всем, малым и великим, богатым и нищим, свободным и рабам, положено будет начертание на правую руку их или на чело их,

И что никому нельзя будет ни покупать, ни продавать, кроме того, кто имеет это начертание, или имя зверя, или число имени его.

Откровение св. апостола Иоанна Богослова

О страшных снах

Эта история началась лет шесть назад. В конце января 2001 года по каналам агентств научных новостей прошла новость о том, что американская компания «Applied Digital Solutions» разработала микросхему, чип, который можно вживить в тело человека, с тем чтобы хранить какую-нибудь полезную информацию, причем так, что отделить ее от этого человека трудно. Сразу же возникли подозрения, что подобное изобретение можно использовать не только для хранения информации о том или ином заболевании. Многие вспомнили о мет-

ке, упомянутой в Откровении Иоанна. В эру электроники созданный им образ приобрел вполне конкретные очертания — каждому человеку присвоят электронный код, ИНН, вошьют электронную метку, и те, кому положено, станут следить как за перемещениями этого человека по свету, так и за его доходами и расходами. Детище компании «Applied Digital Solutions» — похожее на иглу устройство под названием «VeriChip», как нельзя лучше подходит на роль этой метки. В его корпусе из биосовместимого материала расположены элементы памяти, антенна для связи и приспособление для настройки.

«Иголку с памятью» можно установить без сложной операции, с помощью шприца.

Компания опробовала такие устройства на практике: их несколько лет вживляли американским собакам и кошкам, чтобы пропавшее животное можно было опознать и вернуть владельцу. Поскольку люди тоже не всегда бывают в состоянии внятно объяснить, кто они такие и что с ними происходит, чип может пригодиться и им. Вдруг у больного с кардиостимулятором случится сердечный приступ? В таком случае врачу понадобятся сведения о параметрах кардиостимулятора, об аллергии на лекарства, в частности о непереносимости обезболивающих препаратов, и сообщить их сможет радиочип. Он же расскажет полицейскому, как зовут пожилого джентльмена с болезнью Альцгеймера и где он живет. Нет сомнений, что и во многих других случаях встроенная память поможет людям. Ведь да-

леко не каждый из нас, даже находясь в здравом уме и трезвой памяти, с ходу назовет свою группу крови и перенесенные в детстве заболевания.

А какой простор открывает изобретение для деятельности секретных служб! Они получают возможность наделить своих агентов невидимой меткой и обходиться без словесных паролей и хитрых опознавательных жестов, которые может подглядывать бдительный враг. Значительно облегчится и слежка — ведь человеку трудно расстаться со встроенным в тело радиомаяком, особенно если он не подзревает о нем. Впрочем, встроенная радиометка может пригодиться и пожарным, спасателям, военным: она облегчит опознание тел при несчастном случае. Предлагали даже вживлять чип арестантам (вроде клейма, которое можно удалить после отбытия наказания), но разработчики устройства сразу выступили за то, чтобы его использовали только добровольно.

И вот спустя шесть лет оказалось, что технология «VeriChip» вполне жизнеспособна и востребована на рынке. А в США разгорелась нешуточная дискуссия: что делать с новым могущественным устройством, оказавшимся в руках человеческих? Сами по себе радиометки находят все более широкое применение в торговле, заменяя штрих-коды на ценниках. Считается, что их использование позволяет более полно автоматизировать и работу склада, и торгового зала. Вживление таких меток домашним животным тоже стало делом обычным. В частности, есть предложение с помощью радиометок бороться с коровьим бешенством: если пометить каждый кусок туши, то потом, когда анализ коровьих мозгов покажет наличие прионов, все эти куски будет легко изъять. Вообще, поиск по ключевому слову RFID (от англ. «радиочастотный идентификационный ярлык») — один из самых популярных в англоязычной части Интернета.

Вживление радиометок людям оканчивается естественным развитием этой тенденции. Однако, поскольку права человека защищены лучше, чем домашних животных, попытки применить эту технологию к нам с вами требуют обсуждения этических проблем. Чтобы читатель составил представление о них (тем более что в скором будущем они могут стать актуальными и для жителей России), обратимся к марттовскому за 2007 год номеру журнала «IEEE Spectrum», вышедшему накануне конференции по радиометкам в техасском городе Грейпвайн. Авторы одной из статей — Кеннет Ростер,

профессор Пенсильванского университета, и Джен Джаегер, бывший медработник службы реанимации, — как раз и рассуждают об этической стороне дела. Дадим им слово.

VeriChip inside

«Требуется: инженер-энергетик с опытом работы и проектирования моторов мощностью 5–100 кВт. Соискатель должен быть гражданином США и иметь вживленную метку, соответствующую стандарту ISO1443». Сегодня такое объявление покажется странным, а вот спустя десять лет оно может стать в порядке вещей. В самом деле, сколько удобства от вживленных радиометок! Маленький, размером с рисовое зернышко, чип, заключенный в не отторгаемую организмом стеклянную оболочку, надежно сохранит в себе сведения о человеке, его физиологии, здоровье, национальности, страховке. Рука, оснащенная радиометкой, сможет без ключа завести автомашину, открыть дверь квартиры или позволит врачу «скорой помощи» узнать, что у человека диабет, даже если пациент в бессознательном состоянии. Будучи однажды имплантированным, чип со всей информацией всегда будет в буквальном смысле под рукой — ведь его нельзя потерять.

Однако, как и положено, у медали есть и обратная сторона. В данном случае это потеря неприкосновенности частной жизни и права на целостность собственного тела. Скажем честно: далеко не каждый из нас будет в восторге от того, что ему надо вживить себе какой-то инородный объект, чтобы не потерять работу. При этом и шеф всегда будет знать, когда ты уходишь со службы домой, и каждый кассовый терминал в супермаркете, способный считывать радиометки, сможет следить за твоими перемещениями и фиксировать покупки...

Метки в обществе

Всего пару лет назад вживление чипов в человека было излюбленным делом шутников-кибернетиков вроде Кевина Уорвика (см. «Химию и жизнь», 1999, № 12). Однако в 2004 году FDA (Федеральное управление по еде и лекарствам — *Примеч. ред.*) одобрило вживление радиометок человеку для хранения данных о его здоровье. Спустя два года, по сведениям компании-изготовителя, число вживленных чипов превысило две тысячи.

Такая метка, «VeriChip», которую выпускает одноименная компания, —



РАЗМЫШЛЕНИЯ

пассивное радиоустройство, получающее энергию от внешнего сигнала. Попад под действие переменного магнитного поля от считывателя, чип возбуждается и начинает передавать свой уникальный сигнал.

«VeriChip» представляет собой часть медицинской информационной системы «VeriMed». Код, содержащийся в сигнале, указывает на запись в базе данных. Идентифицировав пациента с вживленным чипом, врач может ознакомиться с его историей болезни и быстро назначить лечение, сохранив таким образом ему здоровье или даже жизнь, если речь идет о срочных мерах.

Другое применение чипов — повышение безопасности доступа к секретной информации. Кейт Болтон, вице-президент головной компании «Applied Digital Solutions», утверждает, что из шести корпоративных клиентов пятеро используют чипы именно в качестве дополнительного средства идентификации личности. В качестве примера можно привести генерального прокурора Мехико и восемнадцать его сотрудников, которым вживили чипы, чтобы никто, кроме них, не мог получить доступ к документам особой важности. Радиометку уже используют как разновидность кредитной карточки. Завсегдатаи модных ночных клубов в Нидерландах, Шотландии, Испании и США могут за 165 долларов США вживить себе метку, после этого стоит клиенту переступить порог клуба, как любимый коктейль будет ждать на стойке, а официанты станут обращаться по имени как к старому знакомому. Число возможных способов применения вживленных меток растет. Например, компания «Digital Angel corp.», принадлежащая, как и «VeriChip corp.», «Applied Digital Solutions», получила патент США на изготовление вживляемого чипа, который способен измерять содержание сахара в крови и сообщать о его приближении к критическому значению. Производство таких чипов начнется в ноябре 2007 года. Есть и более масштабные идеи. Та же компания «VeriChip corp.» пред-

Главные детали вживляемого чипа — проволочная катушка, которая работает как антенна и микросхема, способная вырабатывать радиосигнал. В нем закодировано 128 бит информации, которые можно прочитать на расстоянии в сантиметры. Оказавшись под действием переменного магнитного поля с частотой 134 кГц, чип периодически посылает радиосигнал со своим 128-битовым сообщением. Размер устройства: 11 мм на 1 мм — чуть больше зернышка риса. Для сравнения даем зернышко риса



Оболочка сделана из специального пластика, который покрывает герметичную ампулу из стекла. В этой ампуле заключена вся электроника радиометки. Пластик способен образовывать прочные связи с мышечной тканью, поэтому метка после вживления теряет способность к перемещению

Катушка, связанная с конденсатором, образует контур, резонирующий на частоте 1,34 кГц. Она преобразует переменное магнитное поле считывателя в электрический ток, питающий микросхему

Микросхема модулирует амплитуду тока, который проходит сквозь антенну, вследствие чего она излучает постоянный сигнал из 128 бит. Биты кодируются изменениями амплитуды — от низкой к высокой и от высокой к низкой. Как установил Джонатан Уэстхьюз из Кембриджа (Массачусетс), изучавший радиометки из чистого любопытства, полезную информацию несут только 32 бита из 128, а остальные, видимо, нужны для того, чтобы объяснить считывателю, где находится полезная информация, а также могут служить для проверки ошибок. Впрочем, подробности знают только создатели «VeriChip»

лагает использовать метки для идентификации мигрантов, которые приезжают на временную работу в США.

Однако прежде, чем это и многие другие предложения по использованию вживленных радиометок станут реальностью, было бы неплохо проанализировать связанные с ними угрозы нашей частной жизни и свободе. Иначе может оказаться, что человек, который спустя десять лет откликнется на приведенное в начале статьи объявление, будет жить в не самом свободном мире и ему придется вживлять себе чип не добровольно, а под давлением обстоятельств — чтобы получить хоть какое-нибудь рабочее место.

Метка как способ утратить частную жизнь

Нынешнее использование «VeriChip» для помощи пациентам, которые не могут ничего рассказать о своем заболевании, несомненно, спасает жизни этих людей. Однако использование вживленных чипов в здравоохранении может быстро привести к расширению области их применения. И тут уже нужно задуматься.

Возьмем, например, интервью Скотта Сильвермана, руководителя компании «VeriChip corp.», от 16 мая 2006 года каналу «Фокс ньюс», в котором он предложил вживлять чипы мигрантам и временным рабочим, чтобы помочь властям их идентифицировать. Вскоре агентство Ассошиэйтед Пресс рассказало о беседе американского сенатора и Альваро Урибе, президента Колумбии, в котором он сказал буквально следующее:

«Не возражаю, если колумбийским гражданам, приезжающим на работу в США, будут вживлять чипы, прежде чем они получат разрешение на въезд в качестве сезонных рабочих». Получается, что идея носится в воздухе. И тут возникает вопрос: можно ли считать, что рабочие добровольно согласятся на вживление чипа? Если только при этом условии они смогут получить работу, то вряд ли они станут отказываться от такой процедуры, и она будет выглядеть добровольной. Однако может ли такой рабочий спорить с существующими правилами, если на родине он живет в нищете, а в США, но с чипом под кожей получает шанс выбиться из нее?

С практической точки зрения возникает и другой вопрос: кто платит за чип, его вживление, за возможную замену при неудачной операции и последующий мониторинг? Кто будет платить, если чип окажется неисправным и его придется заменить? Клиенты ночного клуба вполне могут за все платить сами, а если речь идет о бедняке, который хочет получить работу в чужой стране, ситуация совсем иная. Предложение Сильвермана связано с идущими в США дебатами о нелегальной иммиграции и касается сезонных рабочих. А как насчет программистов, инженеров-электронщиков, врачей и других высокооплачиваемых специалистов-иммигрантов? Им тоже следует вживлять чипы? Кто будет это решать?

На самом деле такой чип очень похож на пастушье тавро или татуировку, которой нацисты метили узников концлагерей. Подобное использование радиометок идет вразрез с пред-

ставлениями об основных правах человека и может быть расценено как прямое нарушение статьи 3 Всеобщей декларации прав человека ООН, которая утверждает право каждого на «жизнь, свободу и безопасность личности».

Отношение общества

Социологи только начали изучать отношение людей к вживлению чипов, однако кое-какие результаты уже получены. Кристина Перакслис и Роберт Волф из Бриджуотерского университета штата Массачусетс опросили 141 студента: согласны ли они вживить себе чип, чтобы избежать кражи идентификационных данных; для борьбы с терроризмом; для поддержания национальной безопасности; для сохранения жизни в критической ситуации или повышения безопасности, своей и своих близких. Оказалось, что треть опрошенных не возражает против вживления, в то время как чуть больше половины — категорически против. Самое резкое неприятие вызвало вживление чипа для защиты идентификационных данных от похищения, а спасение своей жизни и повышение безопасности родственников оказались самым убедительным аргументом «за». Другое небольшое исследование в 2003 году провел Стар Роксан Хильц, профессор информационных систем из Института технологии Нью-Джерси. В его опросе 18 человек из 23 возражали против идеи вживлять чипы в качестве средства идентификации. Некоторое сопротивление вызывает сама идея присутствия в теле инородного предмета.

А может ли правительство предписать гражданину изменить свое тело? Когда речь идет о здравоохранении, ответом будет безусловное «да». В США, например, учащиеся обязаны пройти курс прививок, прежде чем они станут посещать учебные заведения. Однако этот пример, пожалуй, единственный, что приходит в голову. Может ли вживляемый чип стать императивом здравоохранения? Не выведет ли этот прецедент на скользкую дорожку ко всеобщей чипизации? Нам кажется, что вряд ли.

Компания «VeriChip corp.» вовсе не стремится к поголовному вживлению чипов. Ее вице-президент по медицинским приложениям Ричард Силинг оценивает американский рынок чипов «VeriMed» в 43–45 миллионов человек, то есть в одну шестую общего населения страны. Эта группа состоит из людей, которые с большей вероятностью, чем остальные, могут оказаться в реанимации: раковые больные, проходящие курс химиотерапии; люди с имплантатами; страдающие расстройством внимания или потерей памяти вследствие эпилепсии, диабета или синдрома Альцгеймера.

Нам кажется, что оценка Силинга сильно преувеличена. «Для некоторой части указанной им группы, например людей с синдромом Альцгеймера, психическими заболеваниями или с нарушенной способностью к общению, вживление чипа действительно может оказаться спасением, — говорит Джон Халамка из Бостонского медицинского центра дьяконессы Елизаветы Израильской. — Остальные прекрасно могут обойтись электронной карточкой в бумажнике, специальным медицинским браслетом или флеш-картой с данными о пройденных курсах лечения и состоянии здоровья». В самом деле, есть другие технологии, которые не связаны со вживлением чипов и могут составить конкуренцию «VeriChip». Например, некоммерческая организация «MediAlert» разработала браслеты с радиометками, связанными с персональной информацией о пациенте в медицинской базе данных. Однако здесь возникает тот же вопрос: как обеспечить быстрый и легкий доступ к такой базе данных и в то же время не допустить несанкционированного доступа?

Вообще, на наш взгляд, проблема сохранности личных данных — центральная во всей этой истории с радиометками. Когда пациент вживляет чип ради медицинской помощи, он готов допустить в свою личную жизнь

посторонних ради того, чтобы обеспечить себе медицинское обслуживание. Если же чип вживляют по какой-то иной причине, возникают вопросы. Например, такой: а кто, собственно, владелец этого чипа? Компания, выдав сотруднику пропуск на работу, сохраняет право собственности на этот пропуск. А как быть с чипом, который находится в теле сотрудника? Возможно, вскоре мы узнаем, как разрешается такой конфликт: недавно разорилась первая компания, вживившая чипы всем своим сотрудникам, — «CityWatcher.com» из Цинциннати. Ее руководители, кстати сами со вживленными метками, так никому и не сказали, что же делать с чипами, несмотря на многочисленные телефонные звонки. Изготовители «VeriChip» тоже не дают никаких рекомендаций и утверждают, что процедура удаления чипа проста и безболезненна.

Кстати говоря, вопрос о собственности на чип — это, по сути, вопрос о праве собственности на информацию, которую он содержит. Можно ли прочитать и использовать данные с этого чипа без ведома человека, в тело которого он вживлен?

Техника слежки за меткой

Опасение, что кто-то сможет проследить за человеком с вживленным чипом, например, с помощью тех же устройств в супермаркетах, которые считывают радиометки с этикеток товаров, сейчас выглядит беспочвенным. «VeriChip» и любые другие пассивные радиометки, получающие энергию для работы от считывающего устройства, содержат только уникальный идентификационный номер и действуют на очень маленьком расстоянии — считыватель должен находиться в десяти сантиметрах от метки. Однако, применяя более мощные антенны, это расстояние в будущем удастся увеличить.

Тем не менее воровство данных с помощью подобного устройства, не говоря о возможности следить за перемещениями «меченого» человека,

представляется весьма отдаленным будущим. В то же время, как научила нас компьютерная эра, любая система всегда менее защищена, чем было обещано ее изготовителем. Например, «VeriChip» не использует шифрование данных и представляет собой легкую добычу для злоумышленника. Тот же Джон Халамка с сотрудниками показал, как легко прочитывать сигнал с этого чипа, а потом воспроизвести его, обманув таким образом считывающее устройство.

Конечно, это несущественно, если речь идет об идентификации больного с синдромом Альцгеймера — никто не станет подделывать его идентификационный номер, чтобы узнать, где он живет. Однако в случае с секретными данными такой чип использовать нельзя. Кроме того, несомненно, по мере развития технологии чип будет содержать достаточно много сведений о личности, которые следует тщательно защищать от взлома.

Итак, что можно предпринять, чтобы избежать проблем с вживленными чипами? На первый взгляд кажется, что достаточно принять соответствующие законы. И это уже сделано: в мае 2006 года в штате Висконсин компания запретила требовать от сотрудников вживления чипов, а еще в десяти штатах рассматриваются законы, которые ограничат вживление таких имплантатов. Однако может получиться так, что закон будет трудно исполнить. Например, иметь водительские права в США обязательно, но де-факто их наличие стало обязательным требованием при приеме на работу во многих отраслях.

Впрочем, не исключено, что самым лучшим решением проблемы вживленных радиометок будет отказ от них. В конце концов, отпечатки пальцев уже несколько столетий используют для идентификации личности, и пока что никто особо не жаловался на нарушение прав человека...



РАЗМЫШЛЕНИЯ



КОНТРОЛЬНЫЙ ЗВОНОК В ГОЛОВУ

С председателем Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, профессором, доктором медицинских наук Ю.Г.Григорьевым беседует обозреватель журнала С.М.Комаров

Юрий Григорьевич, поводом для нашей беседы послужило обращение возглавляемого вами комитета в средства массовой информации о недостаточной адекватной реакции журналистов на публикацию в начале декабря 2006 года в «Journal of the National Cancer Institute» статьи датских исследователей, которые утверждают, что не заметили влияния сотовых телефонов на вероятность возникновения опухоли мозга. Не могли бы вы рассказать об этом деле подробнее?

С этой публикацией сложилась странная ситуация. Влияние излучения сотовых телефонов на здоровье человека исследуют уже не один год. И результаты нескольких сотен исследований пока что не дали однозначного ответа. Одни данные свидетельствуют, что вред для здоровья есть, другие показывают, что его нет. В целом сейчас позиция и сообщества ученых, и официальных лиц из Всемирной организации здравоохранения такова: мы не знаем, как электромагнитное излучение действует на мозг человека, поэтому к этим техническим устройствам надо относиться с разумной осторожностью. И вот появляется статья, в которой авторы на основе анализа статистики раковых заболеваний в Дании говорят, что владельцы сотовых телефонов имеют меньше шансов получить рак головного мозга, чем средний житель страны, — 116 случаев на 100 тысяч человек против ожидаемого 121 случая. И тут же это заявление подхватыва-

ют мировые средства массовой информации и начинают вводить граждан в заблуждение. Однако всего два года назад было опубликовано исследование шведских ученых, которые показали прямо противоположное: владельцы сотовых телефонов с десятилетним стажем имеют явно выраженный риск получить опухоль головного мозга. Уже в 2007 году вышла статья об исследовании жителей пяти европейских стран, в том числе Дании, в котором выявлено, что частота возникновения опухоли с той стороны головы, к которой прикладывают телефон, выше, нежели с противоположной. Однако из этих исследований никто почему-то сенсацию делать не стал.

Как же так может быть, что два одинаковых, в сущности, исследования дают прямо противоположные результаты?

Тут надо учитывать два обстоятельства. Во-первых, есть большая проблема с контролем. Сейчас все пользуются сотовыми телефонами, поэтому, когда заходит речь о возрастании вероятности рака головного мозга, возникает вопрос: а по сравнению с чем мерить это возрастание? Датские ученые мерили по количеству опухолей, в среднем приходящихся на жителей своей страны, причем они не учитывали, сколько времени участники обследования, а их было 420 тысяч, разговаривали по телефону и разговаривали ли



ИНТЕРВЬЮ

они вообще. В выборку вошли люди, которые, по данным сотовых компаний, завели телефон в период 1982–1995 годов, а все помнят, что тогда стоимость звонков была высока и люди разговаривали немного. Шведские исследователи были более аккуратны. Они выбрали 820 жителей района Упсалы и Линчёпинга, у которых опухоль мозга возникла в 2000–2003 годах и выяснили, какими сотовыми телефонами они пользовались, сколько времени, как долго в среднем разговаривали. Оказалось, что наиболее опасны аналоговые телефоны (стандарт NMT), а цифровые телефоны (стандарт GSM) опасны в меньшей степени. Однако в любом случае вероятность получить опухоль головного мозга — глиому — возрастает с увеличением стажа использования сотового телефона.

Во-вторых, как известно из анекдота, есть просто ложь, нагая ложь и статистика. Мой приятель доктор Джордж Карло из вашингтонского Института научной и общественной политики подготовил очень интересное выступление по поводу статьи датских ученых, выдержки из которого я позволю себе привести. «В качестве профессионального эпидемиолога я хорошо изучил способы, с помощью которых можно получить результаты, обеспечивающие дальнейшее финансирование работ. В эпидемиологии это проще простого: исследования базируются не на эксперименте, а на наблюдениях, поэтому все определяет методология обработки собранных данных. При

этом заранее спланированный результат остается строго научным и его не стыдно опубликовать в рецензируемом журнале. В случае с работой Иохимма Шутца и его коллег была взята огромная выборка, что не могло не произвести впечатление на средства массовой информации. Однако отсутствие разделения этой выборки на подгруппы хотя бы по времени использования телефона позволяет выявить только значительные эффекты и затушевать те, что связаны с небольшой группой людей. Если предполагать, что риск связан с продолжительностью разговоров по телефону, то, очевидно, такой подход не даст никакой зависимости, поскольку в среднем риска может и не быть. Вообще же имеется очень интересная зависимость результатов исследования по этой теме от источников финансирования. Так, из 207 независимых работ, опубликованных после 2001 года, следует, что риск получить опухоль мозга в 2,7 раза выше у пользователей сотовых телефонов, в то время как в 98 работах, прямо или косвенно оплаченных сотовыми компаниями, этот риск оценен как 1,2–1,5, а в 17 работах никакой связи замечено не было».

Это похоже прямо-таки на заговор сотовых компаний...

Вряд ли, скорее тут имеет место некоторое непонимание ситуации. Человечество внезапно оказалось в совершенно новых условиях. Еще двадцать лет назад искусственное электромагнитное излучение в окружающем нас пространстве

создавали телевидение и радио. Мощность этих источников ничтожна. А сейчас чуть ли не каждый по несколько раз в день облучает свой мозг. И ничего с этим поделать нельзя, сотовый телефон — чрезвычайно удобная вещь. Поэтому нужно спокойно разбираться со слабыми электромагнитными полями, а их действие при систематическом облучении человеческого мозга, как я уже сказал, нам не известно. Конечно, сотовые компании заинтересованы в том, чтобы успокоить своих клиентов, и с большей охотой финансируют те исследования, которые доказывают безопасность телефонов. Однако если мы хотим избежать беды, такими статистическими исследованиями вряд ли можно обойтись. Нужно ставить долговременные обследования с надежным контролем, а до их завершения не следует делать скоропалительных выводов. Меня, например, очень тревожит ситуация с детьми. Есть исследования, проведенные в Швеции, которые свидетельствуют, что риск получить глиому больше всего у 20—29-летних людей. То есть у тех, кто начал пользоваться сотовым телефоном в детстве. Это прямое указание на то, что ребенку давать сотовый телефон не стоит.

Казалось бы, у ребенка способность к адаптации должна быть выше...

Что вы, совсем наоборот. Как свидетельствуют данные ВОЗ, именно растущий организм весьма чувствителен к разного рода физическим и химическим факторам. Вообще в отношении слабых электромагнитных излучений ВОЗ выдвинула так называемый предупредительный принцип. У нас недостаточно данных для того, чтобы запретить или ограничить этот вид деятельности. Однако мы должны предупредить, что, возможно (уверенно говорить не можем в связи с неполнотой наших знаний), он создает угрозу здоровью. Отсюда следуют простые рекомендации — использовать сотовый телефон для экстренной связи, время разговора не должно превышать нескольких минут, перерывы между разговорами должны составлять 15 минут, а ребенок может пользоваться сотовым телефоном лишь в исключительных случаях. Кроме того, следует часто менять телефоны. Дело в том, что их изготовители прислушиваются к рекомендациям ВОЗ и всячески стремятся уменьшать мощность излучения. Так, современные телефоны уже научились определять расстояние до базовой станции и соответственно уменьшать мощность сигнала. Очевидно, что в будущем появятся какие-то другие технические решения, позволяющие снижать эту мощность и далее.

А вообще говоря, имеются ли какие-то объективные данные, которые заставляют всерьез задуматься о проблеме, или туманные результаты статистических исследований — это все, что у нас есть?

С участием человека ставить опыты довольно трудно, поэтому и приходится заниматься статистической обработкой результатов наблюдения за социумом. Однако на животных и на образцах биологических тканей было поставлено немало опытов, причем приоритет здесь принадлежит советским исследователям. Полученные данные свидетельствуют, что европейские нормы безвредного для здоровья уровня излучения сотовых телефонов завышены по крайней мере в тысячу раз. Возможно, причина в том, что наши зарубежные коллеги практически не замечают советских работ. С помощью МНТЦ мы обобщили эти результаты, перевели их на английский язык и сделали доступным для всех желающих. Реакция почти отсутствует. Я не раз делал доклады на конференциях ВОЗ, и опять тишина. В кулуарах неоднократно предлагал: давайте повторим эти исследования в европейских лабораториях. Однако до недавнего времени никто не соглашался. Оно и понятно: если вдруг данные подтвердятся, придется пересматривать международные нормативы, а это обойдется

изготовителям телефонов очень дорого. Пока что у нас в России на излучение базовых станций действуют жесткие советские нормативы, а на излучение телефонов де-факто — менее требовательные европейские. Впрочем, недавно дело начало сдвигаться с мертвой точки: в Университете Бордо и у нас в Институте биофизики сейчас проходят параллельные опыты с крысами и к осени мы должны сравнить полученные результаты. Другая работа связана с детьми. Мы договорились с одним лицеем в Химках о регулярном обследовании школьников, которые имеют телефоны и у которых их нет. Это дело довольно хлопотное — нужно убедить родителей, чтобы они не нарушили чистоту эксперимента и не покупали своему ребенку телефон. Европейские коллеги утверждали, что поставить такое исследование невозможно. Однако, посмотрев на нашу работу, поняли, как это следует организовывать. Надеюсь, что подобные совместные исследования с учеными Европы вскоре удастся провести и выработать научно обоснованные правила обращения детей с сотовыми телефонами.

Не могли бы вы вкратце рассказать о тех результатах, что были получены в советское время?

Охотно. Тогда проводили два типа экспериментов на животных. Первые — это хроническое облучение слабыми электромагнитными полями. Вторые — с так называемым острым, то есть кратковременным, облучением. Во всех случаях речь идет о нетепловом излучении, то есть таком, которое не в состоянии вызвать нагрев тканей организма. Его интенсивность, или плотность потока энергии, составляет десятки и сотни микроватт на квадратный сантиметр. Это соответствует поглощению энергии в размере долей ватта на килограмм веса организма. Опыты проходили достаточно широко, основной организацией по изучению хронического облучения был киевский НИИ общей и коммунальной гигиены, а острое излучение изучали в московском Институте биофизики Минздрава СССР. Надо сказать, что советское правительство уделяло много внимания этой проблеме: работы проходили под контролем специальных межведомственных комиссий АН СССР, МЗ СССР, АМН СССР, а также Комиссии военно-промышленного комплекса. На основании этих экспериментов были составлены действующие до сих пор нормативы на уровень облучения такими полями. Расскажу сначала о хроническом облучении.

Было установлено, что заметное воздействие на биохимические реакции оказывает облучение мощностью порядка 10—1000 мкВт/см². Одним из первых было обнаружено образование новых антигенов в мозгу, печени и селезенке крыс, которых по две недели облучали полями с плотностью потока энергии 50 мкВт/см². При этом часть нормальных антигенов исчезала. Последующие опыты на крысах и морских свинках с тем же излучением показали, что в организме животных образуются антитела к ткани мозга. Облучение морских свинок в течение месяца также показало статистически значимое уменьшение числа фагоцитов — клеток крови, участвующих в развитии иммунного ответа. Тщательное изучение поведения других клеток крови позволило сделать вывод о том, что облучение животных полями малой интенсивности (500 мкВт/см²) может инициировать аутоиммунные реакции, то есть такие, при которых иммунная система разрушает ткани собственного организма. Впрочем, при интенсивности 50 мкВт/см² эта реакция была менее выражена.

Гистологические исследования мозга крыс, облученных при интенсивности 500 мкВт/см², показали, что в нем есть очаги разрыхления мягкой мозговой оболочки. У большинства животных наблюдали развитие микроглии и некоторые сосудистые реакции.

Облучение беременных крыс по семь часов в день в течение месяца полем с интенсивностью 500 мкВт/см² также

позволило выявить возникновение аутоиммунной реакции к тканям плода. В результате смертность эмбрионов достигла 28% при отсутствии ее в контроле. Все эти и многие другие данные об изменении активности иммунной системы под влиянием облучения позволили определить порог, до которого хроническое облучение не приводит к функциональным изменениям состояния подопытных животных по сравнению с контролем — это интенсивность 20 мкВт/см². А вот интенсивность 50—60 мкВт/см² уже способна к таким изменениям приводить.

А каков сейчас уровень излучения от сотовых телефонов и базовых станций?

С базовыми станциями особых проблем нет. Измерения интенсивности их излучения, выполненные Центром электромагнитной безопасности Института бифизики и на высоте двух метров от поверхности Земли, и на последних этажах тех зданий, где установлены базовые станции, и в помещениях первой линии застройки от них, показали, что в среднем интенсивность их излучения составляет около 0,2 мкВт/см² и не превышает 0,93 мкВт/см². Что касается мировых норм, то они сильно различаются. Например, Европейский наблюдательный совет рекомендует уровень 900 мкВт/см² для частоты 1800 МГц, в Швейцарии допустимым уровнем излучения для станций стандарта GSM 900 и 1800 МГц принят 7—9 мкВт/см², а в Новой Зеландии — 0,02 мкВт/см².

С сотовыми телефонами ситуация иная. Главная проблема в том, что здесь источник излучения подносят непосредственно к голове. В результате облучению подвергаются головной мозг, расположенные во внутреннем ухе периферические рецепторы вестибулярного и слухового анализаторов и сетчатка глаза. Мощность же телефонов стандарта GSM составляет 0,25 Вт при работе на частоте 800 МГц и 0,125 Вт при частоте 1800 МГц. Измерения показали, что когда человек пользуется сотовым телефоном на открытом воздухе, то интенсивность излучения на расстоянии 67 м от него может достигать 0,5 мкВт/см². В помещении уже на расстоянии трех метров от антенны интенсивность доходит до 400 мкВт/см², а при одновременной работе нескольких телефонов европейский норматив безопасности (1000 мкВт/см²) может быть превышен. Очевидно, что интенсивность облучения мозга, находящегося вплотную к излучателю, еще выше.

То есть, в вашей терминологии, абонент получает от телефона не хроническую, а острую дозу?

Не совсем так. Он хронически получает острые дозы при каждом разговоре.

Какие результаты дали опыты по острому облучению?

Эти результаты очень интересны. Они показывают, что воздействие связано не только с мощностью или несущей частотой излучения. Весьма значимо и то, какой сигнал в нем закодирован.

Что это за сигнал?

Сотовый телефон, как и телевизор, работает следующим образом. Есть несущая частота излучения — в случае с GSM это 900 и 1800 МГц. А на нее накладывается сигнал — периодическое изменение амплитуды колебаний несущей волны. В сотовых телефонах частота такого сигнала составляет 11, 50 и 217 Гц в зависимости от стандарта связи. Потом приемник расшифровывает эти изменения амплитуды несущей волны и превращает в звук или изображение на экране. Именно влияние частоты модуляций амплитуды мы и выявили во время нескольких десятков экспериментов, проведенных в советское время.

Остановимся на нескольких экспериментах, проведенных с образцами тканей и живыми организмами. Прежде всего было замечено, что облучение с интенсивностью 10 мкВт/см² скажется на активности ферментов. Так, например, активность

моноаминоксидазы в гипоталамусе крыс при частоте модуляций 4, 6 и 12 Гц составляет соответственно 143, 160 и 149% от контроля. В гиппокампе активность этого же фермента при модуляции 4 Гц возрастала до 179%. Схожие данные были получены для многих других ферментов. Некоторые ферменты, например аспарат-аминотрансфераза, при определенных частотах модуляции увеличивали активность в 4—6 раз! Очень интересно вела себя и зависимость активности ферментов от интенсивности излучения. Как ни странно, ее изменения при слабом, 0,8 мкВт/см², излучении были гораздо сильнее, чем при более сильном облучении с интенсивностью 8 мкВт/см².

В следующей серии опытов оценивали фоновую активность нейронов на срезах головного мозга крыс. Оказалось, что при модуляции частотой 7 Гц 13 нейронов из 17 имевшихся в образце уже на первой минуте облучения снижали частоту фоновых разрядов на 27%. Частота 16 Гц к концу четвертой минуты вызвала торможение на 65% у 15 из 17 подопытных клеток. А частота 30 Гц подействовала менее чем на половину клеток, 60 Гц — только на четверть. Изучение сердец лягушки также показало сильное влияние модулированных полей: если необлученное сердце, извлеченное из животного, за сутки снижало число сердечбиений на 7%, а при непрерывном облучении — на 20%, то при облучении с модуляцией 6—10 Гц замедление ритма с последующей остановкой происходило у 85% сердец.

Опыты с животными показали сильную зависимость поведения от облучения. Так, у крыс, облученных с модуляцией 4 и 6 Гц, число заходов в тупиковые ветви лабиринта выросло почти в 4 раза, что свидетельствует о снижении уровня тревожности от пребывания в лабиринте. Время замирания животного при облучении с модуляцией 4, 6 и 16 Гц снижалось в 4,2, 4,8 и 13,3 раза, а при модуляции 20 Гц возрастало в 2,4 раза. Интересные опыты были проведены с импринтингом частоты модуляции в мозгу цыплят. Эмбрионы на 16-й день инкубации облучали с интенсивностью 40 мкВт/см² и модуляциями 1, 2, 3, 7, 9 и 10 Гц. А спустя 48 часов после вылупления их освещали светом с той же самой частотой. Оказалось, что облученные цыплята гораздо сильнее реагировали на вспышки света, которые шли с частотами 9 и 10 Гц, чем контрольные. Были еще опыты с размножением дрозофил и клещей, которые подтвердили, что модулированные слабые поля могут вызывать и заметные физиологические сдвиги.

Все это свидетельствует, о том, что при оценке опасности модулированных полей, которые возникают при разговоре по сотовому телефону, нужно учитывать не только мощность, но и форму сигнала. Такие данные вносят большую неопределенность в выработку соответствующих нормативов, однако их необходимо принимать во внимание, если мы хотим использовать достижения науки и техники не во вред, а на пользу людям. И уж во всяком случае, прежде чем рассуждать об опасности или безопасности сотовых телефонов, необходимо провести тщательные международные исследования всех воздействий слабых электромагнитных полей на живые организмы.



ИНТЕРВЬЮ



Косатки

Фото: Т.Ивкович



Кандидат
биологических наук
О.А.Филатова

Навстречу «китам-убийцам»

Хмурое камчатское утро. На высоте сотни метров висит плотная пелена тумана, закрывая вершущки сопки и заснеженные конусы вулканов. Но море свободно от тумана, и мы до боли в глазах вглядываемся в серую свинцовую даль, стоя втроем в четырехметровой надувной лодке, покачивающейся на волнах.

Вдруг краем глаза я замечаю что-то... Не может быть! Наверное, баклан, или просто показалось. Но нет: снова вдалеке появляется и исчезает маленький черный треугольник. И снова, едва он исчезает, начинает казаться, что это был всего лишь обман зрения. И лишь когда треугольник появляется в третий раз, я позволяю себе поверить своим глазам, и окрестности оглашаются радостным кличем: «Косатки!»

А всего столетие назад такая встреча приводила в трепет самых отважных моряков и путешественников. В те времена в приключенческих книжках косатки неизменно выступали в роли монстров глубин, раскусывая пополам лодки и отправляя на дно охваченных ужасом моряков. Если верить зловещим историям, все живое, что обитало в море или случайно попадало туда, служило пищей этим хищникам. Косаток ненавидели и боялись с тех пор, как чело-

век вышел в море и встретился с ними — с настоящими хозяевами океана.

Но мы не боимся их приближения, наоборот, сами идем им навстречу. Ведь мы вышли в море именно для того, чтобы найти их. Мы — это проект, посвященный изучению социальной и популяционной структуры, численности, экологии, поведения и акустики дальневосточных косаток. Вот уже седьмое лето мы проводим рядом с этими удивительными созданиями. Многие косатки уже знакомы нам «в лицо». Вот Хуки косо вздымает над водой свой крючковатый плавник, да и пятно, то, что за плавником, у него в форме крючка. Вот Горбатая — косатка с необычным горбом на спине. Там идет Галкин с двумя выемками на плавнике, а неподалеку от лодки вынырнул Чиж — тоже с выемками, но другой формы. Плавник у него гораздо меньше, чем у Галкина, ведь тот — взрослый самец, а Чиж пока всего лишь подросток. У взрослого самца косатки длина плавника может достигать полутора метров.

Быстрыми очередями щелкает затвор фотоаппарата. Каждую косатку надо обязательно сфотографировать, чтобы потом ее можно было опознать, сравнив снимок с изображением в каталоге. Спинной плавник и седловидное пятно у каждой косатки имеют индиви-

дуальные черты: по ним можно узнать животное, как человека по фотографии в паспорте. На косатках эту методику — фотоидентификацию — впервые применили более тридцати лет назад, и не в суровых камчатских водах, а в закрытых извилистых фьордах и бухтах Британской Колумбии на северо-западе Канады. Биолог Майкл Бигг, сотрудник канадского Департамента рыболовства и океана, получив задание провести учет численности косаток в этом районе, понял, что легко может различить особей на фотографиях. После нескольких лет таких исследований выяснилось, что косаток значительно меньше, чем считалось ранее. В районе острова Ванкувер, где популяцию оценивали в «много тысяч», было обнаружено два сообщества косаток — северное и южное, члены которых никак не общались друг с другом. В северное сообщество входило около трехсот особей, в южное — менее сотни. Численность южного сообщества была значительно подорвана многочисленными отловами в 60-е годы XX века. Когда косатка из свирепого монстра превратилась в обитателя океанариумов и тем самым в потенциальный источник дохода, южное сообщество оказалось наиболее доступным для ловцов. Большинство косаток, живущих сейчас в неволе, ведет свой род имен-



ВОДА И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

но оттуда, а численность южного сообщества так и не восстановилась.

Большие семьи и боевые тройки

Малочисленность косаток стала не единственным ошеломляющим открытием, сделанным благодаря фотоподтверждениям. Также было выяснено, что косатки — одни из немногих млекопитающих, которые всю жизнь остаются в родной семье. И самцы, и самки, взрослея, не покидают свою мать, а остаются с ней до самой смерти. Чтобы не скрещиваться с родственниками, они ищут партнеров в других группах. Семьи из одного сообщества хорошо знают друг друга. В летние месяцы косатки нередко образуют скопления по 50 и даже по 100 особей — это несколько семей, собравшись вместе, общаются, играют, укрепляя социальные связи, и спариваются, чтобы дать жизнь новым членам группы. Маленькая косатка никогда не узнает своего отца — зато она всегда под надежной защитой своих дядей и старших братьев.

Каждый новорожденный — большая ценность для группы, ведь косатки очень медленно растут и размножаются. Самки рожают первенца в возрасте около 15 лет, а следующих дете-

нышей — с периодичностью примерно раз в пять лет. В возрасте сорока — сорока пяти лет самка перестает приносить потомство, но может прожить после этого еще лет сорок, помогая дочерям и внукам воспитывать детей. Знания и опыт, накопленные бабушками за долгие годы жизни, способствуют благополучию всей семьи.

Впрочем, не все косатки — примерные семьянины. После нескольких лет исследований в Британской Колумбии ученые обнаружили, что порой им встречаются совершенно незнакомые косатки, которые и ведут себя по-другому: держатся небольшими группами, часто ходят вдоль берега, да и вообще все их поведение выдает какую-то настороженность, как будто они непрерывно что-то ищут и в то же время стараются остаться незамеченными. Так как визиты этих косаток были редки и непредсказуемы, их называли «транзитными», а остальных, в противоположность им, — «резидентными».

Прошло еще несколько лет, прежде чем ученые поняли причину различий между настороженными деловитыми транзитниками и беззаботными резидентами. Резидентные косатки, хоть и носят страшноватое прозвище китов-убийц, питаются только рыбой и кальмарами. Ни тюлени, ни дельфины с ки-

тами их не интересуют, по крайней мере с гастрономической точки зрения. Настоящими китами-убийцами оказались транзитники — в их рацион входят практически все морские млекопитающие, от калана до синего кита. С этим связаны и различия в размерах групп. Когда резиденты окружают косяк рыбы, лучше иметь много загонщиков, а еды в нем хватает на всех. Транзитники ловят добычу по одному и делят между членами группы, но если это тюлень или дельфин, то удобнее иметь мало ртов. Совместная охота выгодна им лишь в случае нападения на крупного кита — и зачастую для этого несколько групп собираются вместе. Средний же размер группы транзитников — три особи, поэтому они не могут позволить себе, как резиденты, всю жизнь провести возле матери. Остается обычно лишь старший сын, прочие уходят и становятся одиночками, присоединяясь на несколько дней к той или иной группе. Самки живут в группе до тех пор, пока не обзаведутся собственным детенышем, после чего тоже уходят, чтобы основать новую группу.

Десант на сушу

Наши косатки — те, что плывут рядом с лодкой, — резидентные. Их основная

пища — лосось и терпуг, питаются они и другими видами рыб. Но есть на Камчатке и транзитные косатки. Нам несколько раз встречались маленькие незнакомые группы с характерными остроконечными плавниками и большими пятнами — по этим признакам транзитные косатки отличаются от резидентных. А на Командорских островах уже несколько лет подряд наблюдают нападение косаток на морских котиков возле лежбища. Да и здесь, в Авачинском заливе, рыбаки не раз рассказывали нам о подобных случаях. Иногда в этих историях фигурируют даже косатки, выпрыгивающие за тюленями на берег. Для Камчатки это, скорее всего, «охотничьи байки». Но есть два места на земном шаре, где подобное происходит в действительности: острова Крозе в Индийском океане и побережье Патагонии. В двух этих удаленных друг от друга районах косатки независимо выработали особую культурную традицию — они добровольно выбрасываются на берег, чтобы схватить зазевавшегося детеныша морского слона или морского льва. Прием этот сложен, и обучаться ему нужно с детства. Матери специально учат своих детенышей, зачастую выбрасываясь с ними на берег просто для тренировки, когда поблизости нет никакой добычи. Но это довольно опасная игра — случается, что косатка застревает на мелководье и гибнет, не в силах добраться до спасительной глубины. Такое чаще происходит на Крозе, где берег более пологий, и там используют эту технику обычно только самки, поскольку они мельче и у них меньше шансов застрять. В Патагонии пляж более крутой, и опасности застрять практически нет — косатка просто скатывается назад в воду, как с горки. Поэтому здесь на берег выбрасываются и самки, и громадные самцы.

За рыбой косаткам, конечно, не нужно прыгать на берег, но все же порой, чтобы поймать ее, приходится изрядно потрудиться. В Норвегии косатки питаются сельдью, непрерывно следуя за

ежегодными миграциями косяков. Чтобы насытиться, огромной косатке нужно съесть довольно много мелкой рыбы. Но если гоняться за каждой селедкой — больше энергии потратишь на охоту. Косатки и здесь нашли выход из положения. Они окружают косяк рыбы, пугая ее своими белыми животами, сбивают в плотный ком и мощными ударами хвостов оглушают сельдь, оказавшуюся поблизости. Затем косатки спокойно и без усилий собирают плавающих сверху брюхом рыб и продолжают загонную охоту, пока не насытятся.

Окружение косяка рыбы — так называемый карусельный метод — используют порой и наши косатки. Мы не раз наблюдали, как во время охоты они вдруг начинают выныривать по периферии невидимого круга, но происходящее при этом под водой нам еще ни разу не удалось запечатлеть. Вода на Камчатке летом слишком мутная, и, чтобы рассмотреть хоть что-то в нашу подводную камеру, нужно подойти очень близко. Но во время охоты косатки не подпускают нас на такое расстояние — видимо, мы им мешаем.

Семейные диалекты и обмен информацией

Однако если нельзя увидеть, то можно ведь услышать! В отличие от света, звук в воде распространяется гораздо лучше, чем в воздухе. Мы выключаем мотор, опускаем в воду гидрофон — и в наушниках раздается оглушительная какофония: щелчки, скрипы, пронзительные крики и затейливые свисты. Лишь ухо опытного биоакустика может различить что-то в этой каше. Щелчки — несомненно, эхолокация, ведь косатки охотятся, им нужно как-то ориентироваться в этой мутной воде. Как все зубатые киты, косатки в совершенстве владеют искусством ориентации по эху от издаваемых ими звуков. С помощью эхолокации они могут не только определить расстояние до дна или до рыбьего косяка, но и «рассмотреть» каждую отдельную рыбку, отличить вкусный вид рыбы от невкусного.

Человеческое ухо способно различить отдельные щелчки, если промежуток между ними не менее 5 миллисекунд. Если он меньше, то мы слышим уже не серию щелчков, а непрерывный звук, похожий на скрип двери. Таким образом, косаточьи скрипы представляют собой серии щелчков. А вот крики косаток до сих пор вызывают споры. Некоторые ученые считают, что они имеют ту же природу, что и скрипы, в отличие от свистов, которые непрерывны не только на наш слух, но и в действительности. Другие же ут-

верждают, что все звуки косаток имеют общую природу и крики — это просто переходная стадия между скрипами и свистами.

Если прислушаться, можно заметить, что в кажущейся какофонии то и дело повторяются одни и те же несколько криков. Эти стереотипные крики — «визитная карточка» группы, за которой мы сейчас наблюдаем. У каждой группы косаток свой собственный, отличающийся от других набор стереотипных криков — вокальный диалект. У родственных групп, которые ранее составляли одну группу и разошлись после гибели самки-основателя, диалекты очень похожи, но со временем они меняются, и чем дальше, тем меньше сходство между ними. Есть гипотеза, что самка, выбирая себе партнера при встрече нескольких групп, ищет самца с диалектом, наименее похожим на ее собственный, чтобы избежать близкородственного скрещивания.

Как и языки у людей, диалекты косаток не наследуются генетически, а передаются посредством обучения. Маленькая косатка старательно копирует крики матери, и на протяжении первого года жизни выучивает диалект своей группы. После этого она начинает смелее осваивать окружающий мир — ведь ей уже не грозит опасность потеряться. Она всегда сможет позвать на помощь и вернуться к матери, услышав ответный крик. Даже если вокруг много групп, по диалекту она сможет издали отличить своих от чужих и никогда не ошибется, выбирая, куда нужно плыть, чтобы вернуться в свою семью. Поэтому косатки-подростки из разных групп зачастую рвутся вместе, пока их родители занимаются своими взрослыми делами.

Но если у каждой группы свой диалект, спросите вы, то как же они понимают друг друга при встрече? Тут дело вот в чем: стереотипные крики, на которых построены диалекты косаток, — это, собственно, не язык, а просто опознавательные сигналы, что-то вроде «ау», которое люди кричат друг другу в лесу. А когда косатки рядом, они общаются в основном с помощью свистов и так называемых «вариабельных» криков — звуков довольно сложной и разнообразной структуры, которые даже опытным исследователям не удается разделить на определенные типы. Никто не знает, что означают эти сигналы, — может быть, они лишь передают эмоциональное состояние животных, но не исключено, что в них содержится и более сложная информация. Есть даже гипотеза, что зубатые киты могут общаться друг с другом с помощью эхолокационных щелчков —





ВОДА И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

нас вниманием, выныривая так близко, что брызги их фонтана заливают линзы фотоаппаратов. Но ни разу не бывало, чтобы косатки проявляли по отношению к нам хоть какую-то агрессию. Если мы им не нравимся, они просто уходят.

Вот и сейчас мы, кажется, наскучили косаткам своим назойливым присутствием. Напротив Виллючинской бухты мы оставляем их в покое и поворачиваем обратно к лагерю. Эти животные нам хорошо знакомы, мы не раз уже фотографировали их и записывали крики. Они относятся к авачинскому клану, насчитывающему около 300 особей. Подавляющее большинство косаток, встречающихся в Авачинском заливе, принадлежат к этому клану. Но район их обитания не ограничен заливом: косаток из этого клана встречали и на Командорах, и на севере Камчатки — в заливе Озерном.

В лагере нам не до отдыха — надо успеть занести в компьютер данные, полученные за день. А завтра, если позволит погода, мы снова выйдем в море, чтобы встретиться с косатками. За короткое камчатское лето мы торопимся узнать о них как можно больше. В давние времена моряки считали их безжалостными кровожадными убийцами, врагами всего живого. Публика нынешних океанариумов умиляется, глядя, как косатка «целует» своего тренера и возит его на спине по бассейну, для нее эти животные — нечто вроде гигантских плюшевых игрушек. Ни то, ни другое не верно. Так кто же они на самом деле? О чем они думают, когда подплывают поглазеть на нас? Как находят дорогу в безбрежном океане? Как решают, куда направиться? О чем кричат и скрипят, собравшись тесной группой? Мы надеемся, что рано или поздно ученые — и мы в их числе — сумеем найти ответы на эти вопросы.

Подробнее с научной работой, о которой рассказывается в статье, можно ознакомиться на сайте проекта <http://www.russianorca.com/>

послав сородичу «эхо» от какого-нибудь предмета, они как бы показывают ему звуковое изображение этого предмета. Но это всего лишь предположение.

Косатки в плену

Наши косатки прекратили охоту и снова двинулись на юг. Раньше мыс Опасный был излюбленным местом их кормежки, а теперь они останавливаются здесь совсем ненадолго, а иногда и вовсе проходят мимо. Да и судов на мысу поубавилось, а в прошлые годы здесь непрерывно толпились суденышки и моторки «москитного флота» (прозвище маленьких лодочек, которые по сравнению с настоящим рыболовным флотом выглядят как стая комаров и так же противно жужжат), ловившие терпуга на крючок. Гребень Опасного — район нереста терпуга, и рыбы тут бывало так много, что на голый крючок рыбакам удавалось наловить полную лодку. Однако неумеренная человеческая жадность быстро истощила запасы, казавшиеся бездонными. Теперь и рыбакам, и косаткам здесь делать нечего. Несколько суденышек по старой памяти еще ставят тут сети, но тем, кто ищет хороших уловов, приходится идти дальше на юг.

Мы следуем за косатками, отмечая свой путь по GPS, и каждые пять минут записываем, что делают животные. Порой останавливаемся и бросаем в воду гидрофон — не кричат ли? Но нет, косатки молчат и, синхронно выныривая, движутся дальше и дальше на юг. Вот мы уже напротив бухты Саботажной. Здесь в 2003 году группу мирно кор-

мившихся и ничего не подозревавших косаток обматывали сетями, чтобы поймать нескольких животных для океанариумов. В России никогда раньше не ловили косаток, но, после того как их отлов запретили в Канаде и в Исландии, спрос на косаток сразу вырос, и отечественные ловцы решили попытаться счастья. Однако опыта и умения им явно не доставало: при отлове две молодые косатки запутались в сети. Одну с большим трудом освободили и подняли на палубу, а вторая утонула. Впрочем, судьба выжившей едва ли была счастливее: несколько дней ее держали в загоне в Авачинской бухте, а потом на самолете переправили на Черное море, где она тоже вскоре погибла.

Китообразные плохо переносят неволю. Уж на что дельфины-афалины — признанные звезды океанариумов, но большая часть их гибнет вскоре после отлова, и лишь немногие приспособляются к абсолютно неестественным условиям жизни в неволе. Косатки же — самые интеллектуальные среди дельфинов, и даже те из них, кому удается пережить критический период адаптации к неволе, через несколько лет начинают страдать от невыносимой скуки и однообразия в своих кафельных бассейнах — особенно если их держат поодиночке. Такие животные становятся подавленными и раздражительными, нередко нападают на дрессировщиков и даже серьезно калечат их, хотя не было еще случая, чтобы в природе свободная косатка покалечила или убила человека. К нашей лодке часто подплывают любопытные подростки, а изредка и взрослые косатки удостаивают



Научное исследование абстрактного искусства

М.Симкин,
Калифорнийский университет,
Лос-Анджелес

Он посоветовал играть в гольф, — но в конце концов согласился дать мне средство, которое «не могло не подействовать»; и, подойдя к шкафу, достал из него флакон с лиловато-синими капсулами, опоясанными с одного конца темно-фиолетовой полоской. Это было, по его словам, новое средство, только что выпущенное в продажу и предназначавшееся не для невротиков, которых можно успокоить и должным образом прописанным стаканом воды, а только для великих бессонных художников, которым необходимо умереть на несколько часов, чтобы жить в веках.

Владимир Набоков. Лолита.

А сами-то бессонные художники действительно великие или они просто должным образом прописаны?

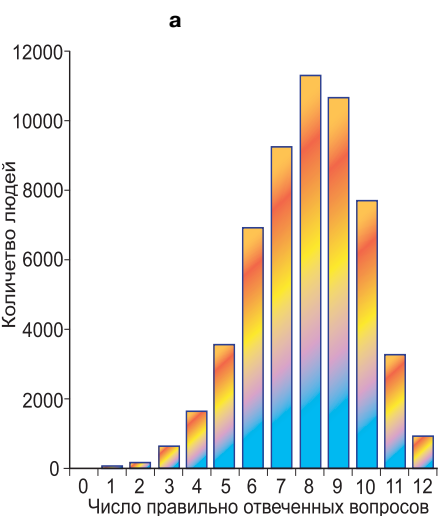
Чтобы это проверить, я написал интернет-тест «Шедевр или пародия?» [1]. Он состоит из дюжины картин. Одни из них — истинные шедевры абстрактного искусства, созданные бессмертными мастерами. Другие — смехотворные пародии, нарисованные лично мной. Тестируемые должны были определить, что есть что (а сейчас это могут попробовать сделать и читатели «Химии и жизни»).

Помимо результатов теста, которые автоматически записывались, иногда я получал отклики. Один профессор из Корнелльского университета прислал такое замечание: «Я заметил, что картина № 2 была похожа на Мондриана, но мне показалось, что в ней не было чувства равновесия, свойственного хорошим образцам современного искусства». Очевидно, искусство Мондриана теряет равновесие, когда его разлучают с его тяжеловесным именем.

Даже искусствоведы не уверены, что они могут отличить истинное искусство от мазни: «У меня 92%. Какое облегчение: я ведь пишу об искусстве». При таких обстоятельствах неудивительно, что иногда тест вызывал злобную реакцию. Один нью-йоркский художник отозвался так: «Поди ты (непристойность) и возьми с собой свой (непристойность) ученый тессссссссссссссссссст!» (Вольный перевод автора с такого оригинала: «Go [profanity] yourself and your [profanity] academic quizzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzz».) Как будто в ответ на эту попытку меня запугать, один из моих читателей написал: «Уважаемый мистер Симкин, продолжайте это дело». Я так и поступил.

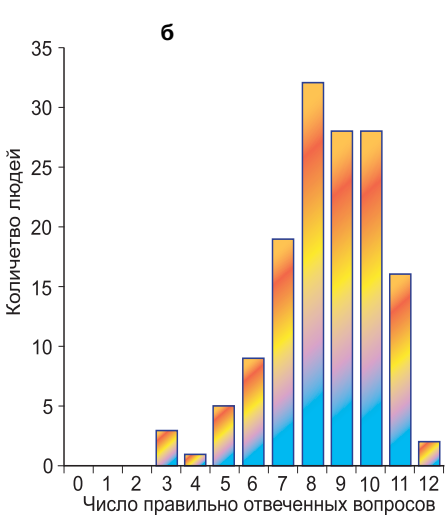
Распределение результатов, полученных более пятидесятью тысяча-

ми человек, показано на рис. 1а. (В базе данных было 71 456 результатов теста, однако многие сделали несколько попыток. Я очистил данные



от вторичных попыток, сохранив только первый результат, пришедший с каждого IP-адреса, — осталось 61 121 результат. Затем я очистил данные от результатов, где один или более из вопросов были пропущены, и осталось 56 020 результатов.)

Средний результат — 7,91 из 12, или 65,9% правильных ответов. Поскольку на каждый вопрос есть только два возможных ответа, простое гадание дает в среднем 50%. Наши тестируемые выступили только немного лучше, чем если бы они отвечали методом тыка.



1
Гистограмма результатов 56 020 тестируемых. Средний результат — 7,91 из 12, или 65,9% правильных ответов. Легко видеть, что результаты 143 человек из элитных университетов не особенно отличаются от массовых (средний результат — 8,5 из 12, или 71% правильных ответов).

Таблица 1
Распределение избранных по элитным университетам

Элитный университет	Число участников	Результат		
		минимальный	максимальный	средний
Брауновский (Brown)	5	7	11	8,8
Гарвардский (Harvard)	22	5	11	8,8
Дартмутский (Dartmouth)	6	7	9	8,0
Йельский (Yale)	12	8	12	9,3
Колумбийский (Columbia)	28	5	11	8,3
Корнелльский (Cornell)	7	5	11	8,0
Кембриджский (Cambridge)	24	3	12	8,4
Оксфордский (Oxford)	24	3	10	8,2
Пенсильванский (Penn)	8	7	10	8,5
Принстонский (Princeton)	7	7	11	8,6
Все вместе	143	3	12	8,5

1



7



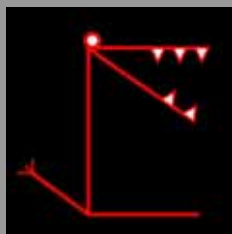
2



8



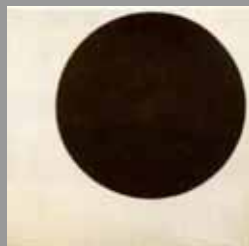
3



9



4



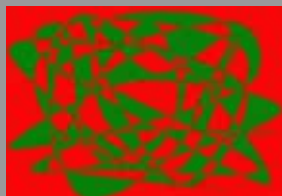
10



5



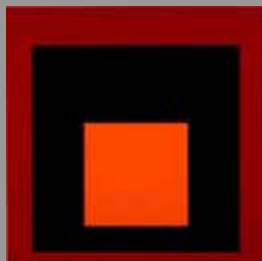
11



6



12



Тест: Шедевр или пародия?

Одни из этих картин — истинные шедевры абстрактного искусства, созданные бессмертными мастерами. Они содержат глубокую символику, которая, однако, недоступна простофилям. Другие — простые бессмысленные рисунки автора этого теста. Можете ли вы сказать, что есть что?

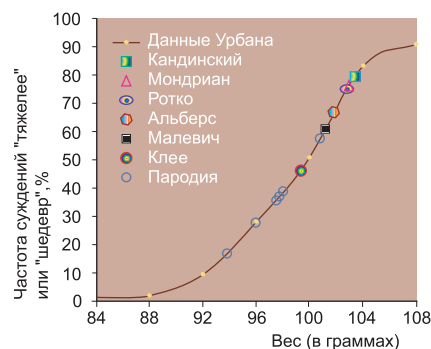


УЧЕНЫЕ ДОСУГИ

Итак, испытуемые провалили тест. Но возможно, это произошло потому, что они — толпа вульгарных мещан, интересующихся только материальными сторонами жизни? Я с ними лично не знаком, поскольку тестирование проходило по Интернету. Однако тестирующая программа записывает IP-адреса! По ним можно определить, где находился компьютер, на котором выполняли тест. Это позволило мне отобрать результаты людей, которые должны быть умнее прочих. Для элитного анализа я выбрал Ivy League (это группа из восьми старых и престижных университетов США) и Oxbridge (Оксфорд и Кембридж). Гистограмма результатов, полученных 143 избранными, показана на рис. 16, а их распределение по элитным университетам — в таблице 1. Средний элитный результат — 8,5 из 12, или 71% правильных ответов. Сравнивая средние результаты и распределения результатов, показанные на рис. 1а и 1б, мы видим, что особой разницы между толпой и элитой нет.

Хотя результаты и невысоки, они все-таки лучше случайного гадания. Последнее дало бы в среднем 6 из 12, или 50%, правильных ответов. Значит ли это, что между абстрактными шедеврами и пародиями все-таки есть разница, хоть и маленькая? Наверное, нет. Из откликов я знаю, что многие люди раньше видели шедевры, использованные в тесте, и знали, что это именно шедевры. Например, я получил такой отклик: «Я дал этот тест моему старшему сыну, который преподает скульптуру в Финской академии искусств. К моей досаде, он не только смог отличить искусство от мусора, но и назвал имена всех художников». Другая успешная стратегия хорошо резюмирована в следующем отклике: «Я получил 100% по вашему тесту. Почему? Потому что я мгновенно мог определить, что было нарисовано на компьютере, а что написано на холсте».

Тот факт, что многие тестированные ранее видели часть шедевров, можно установить и с помощью статистического анализа результатов. Средний результат 65,9% означает, что средняя картина была правильно определена как ше-



2

Маленькие желтые ромбы — это данные Урбана о частоте суждений «тяжелее» для различных грузов (с контрольным грузом 100 граммов). Линия — интерполяция этих данных. Крупные символы представляют картины, использованные в тесте. «Вес» картин был подогнан так, чтобы символы попали на интерполяционную линию [1]

девр (или как пародия) в 65,9% случаев. Интересно, что число правильных определений распределено неравномерно между шедеврами и пародиями. Шедевры были правильно определены в $p_{\text{ш}} = 67,5\%$ случаев, в то время как пародии были правильно определены в $p_{\text{п}} = 64,3\%$ случаев. Стандартная ошибка как в $p_{\text{ш}}$, так и в $p_{\text{п}}$ равна примерно 0,1%, поэтому разность $p_{\text{ш}} - p_{\text{п}} = 3,2\%$ статистически значима. Если тестируемый ранее видел картину в галерее или альбоме, то он, скорее всего, выберет ее как шедевр. Если он не видел ее раньше, то он вынужден использовать другие критерии, как, например, «создана на компьютере». Очевидно, что никто из тестируемых не видел ранее ни одной из пародий. Логично предположить, что вероятность правильного определения пародии равна вероятности правильного определения шедевра, которого испытуемый ранее не видел. Отсюда можно определить часть f шедевров, знакомых среднему испытуемому. Вероятность ($p_{\text{ш}}$) правильно определить шедевр можно разбить на два слагаемых. Если тестируемый его видел (что происходит с вероятностью f), он его правильно определяет с вероятностью 1. Если тестируемый его не видел (что происходит с вероятностью $1 - f$), он его правильно

Таблица 2

Для каждой картины указана частота, с которой тестируемые принимали ее за шедевр. Художественный вес картин определен подгонкой к данным Урбана

Номер картины	Художник	Частота выбора шедевром	Художественный вес (в художественных граммах)
9	Кандинский	0,79	103,4
2	Мондриан	0,76	102,9
8	Ротко	0,75	102,7
12	Альберс	0,67	101,9
4	Малевич	0,61	101,2
6	Пародия	0,58	100,8
1	Клее	0,46	99,4
10	Пародия	0,39	98,0
11	Пародия	0,37	97,7
3	Пародия	0,36	97,5
7	Пародия	0,28	95,9
5	Пародия	0,17	93,8

определяет с вероятностью $p_{\text{п}}$. Следовательно: $p_{\text{ш}} = f + (1 - f)p_{\text{п}}$, откуда получаем: $f = (p_{\text{ш}} - p_{\text{п}}) / (1 - p_{\text{п}}) = 9\%$.

Хотя результаты теста и предвзяты в пользу шедевров, я возьму их как есть и постараюсь количественно определить разницу в качестве между картинами, использованными в тесте. В таблице 2 для каждой картины дана часть тестируемых, принявших ее за шедевр. Самую высоко котируемую картину признали шедевром 80% испытуемых, а самую низко котируемую — только 17%. Что это говорит о разнице в качестве?

Сто лет назад психолог Ф.М.Урбан провел классическое исследование чуть заметных разностей [3]. Он попросил участников эксперимента сравнить контрольный стограммовый груз с набором грузов разного веса. Когда веса грузов были близки, участники эксперимента судили очень неточно. Однако легкий вес казался им тяжелее менее чем в половине случаев. Например, 92, 100 и 104 грамма казались тяжелее, чем 100

граммов, в 10, 50, и 84% попыток соответственно. Я определил вес гипотетической картины, которую выбрала как шедевр половина тестируемых, в 100 граммов. Затем, интерполируя данные Урбана, определил «веса» всех картин, использованных в тесте (рис. 2). Они даны в правой колонке таблицы 2.

Разность в весах между легкой (93,8 г) и тяжелой (103,4 г) картинами — всего 10%. Для сравнения: в тяжелой атлетике люди, весящие между 94 и 105 килограммами, принадлежат к одной и той же весовой категории [4]. Следовательно, и все картины, использованные в тесте, находятся в одной весовой категории. Шедевры получают преимущество лишь благодаря тяжеловесным именам своих создателей.

Литература

1. Михаил Симкин, «True art or a fake?» http://reverent.org/true_art_or_fake_art.html (опубликован 4 сентября 2003 г.). Русский вариант теста «Шедевр или пародия?» http://reverent.org/ru/ru_true_art_or_fake_art.html был опубликован 24 февраля 2006 г.
2. Я слегка изменил «Quiz-o-matic» PHP-скрипт, который написал Мэтт Хьюз (Matt Hughes), <http://www.flashlightbrown.com/quizomatic76/>
3. F.M. Urban, «The application of statistical method to problems of Psychophysics», The Psychological Clinic Press, Philadelphia, 1908.
4. «Весовые категории», Британская энциклопедия («Weight categories», Encyclopaedia Britannica) <http://www.britannica.com/eb/article-92272>

Правильные ответы:

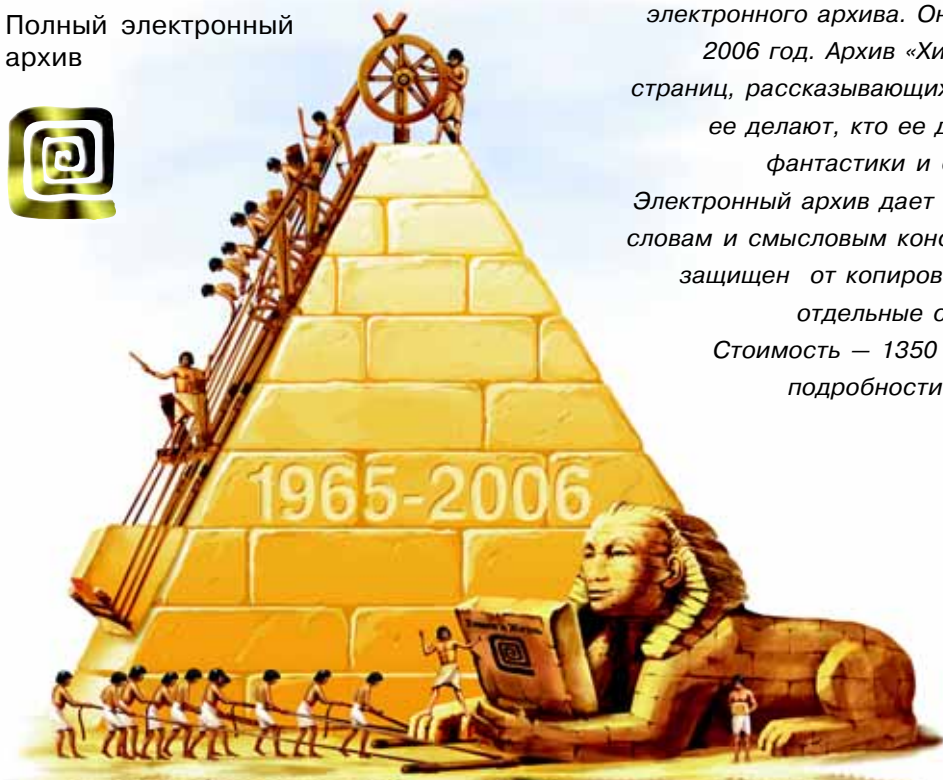
1. Шедевр. Пауль Клее, «Эта звезда учит сгибаться».
2. Шедевр. Пит Мондриан, «Противопоставление красной и желтой линий».
3. Пародия.
4. Шедевр. Казимир Малевич, «Черный круг».
5. Пародия.
6. Пародия.
7. Пародия.
8. Шедевр. Василий Кандинский, «Исследование цвета».
9. Шедевр. Марк Ротко, «Красный, оранжевый, желтый и лиловый».
10. Пародия.
11. Пародия.
12. Шедевр. Йозеф Альберс, «Этюд почтения квадрата».



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

Полный электронный
архив



Дорогие друзья! Вышла новая версия полного электронного архива. Оно включает все номера с 1965 по 2006 год. Архив «Химии и жизни» — это более 50 000 страниц, рассказывающих о современной науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков. Электронный архив дает возможность поиска по ключевым словам и смысловым конструкциям. Предупреждаем: архив защищен от копирования, можно переписывать только отдельные статьи и рисунки, но не весь диск. Стоимость — 1350 рублей с учетом доставки. Узнать подробности и заказать архив можно на сайте журнала www.hij.ru и по телефону (495) 267-54-18.



IX

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭКСПОХИМИЯ

5.8
ИЮНЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
СЕВЕРО-ЗАПАДА



Организаторы:

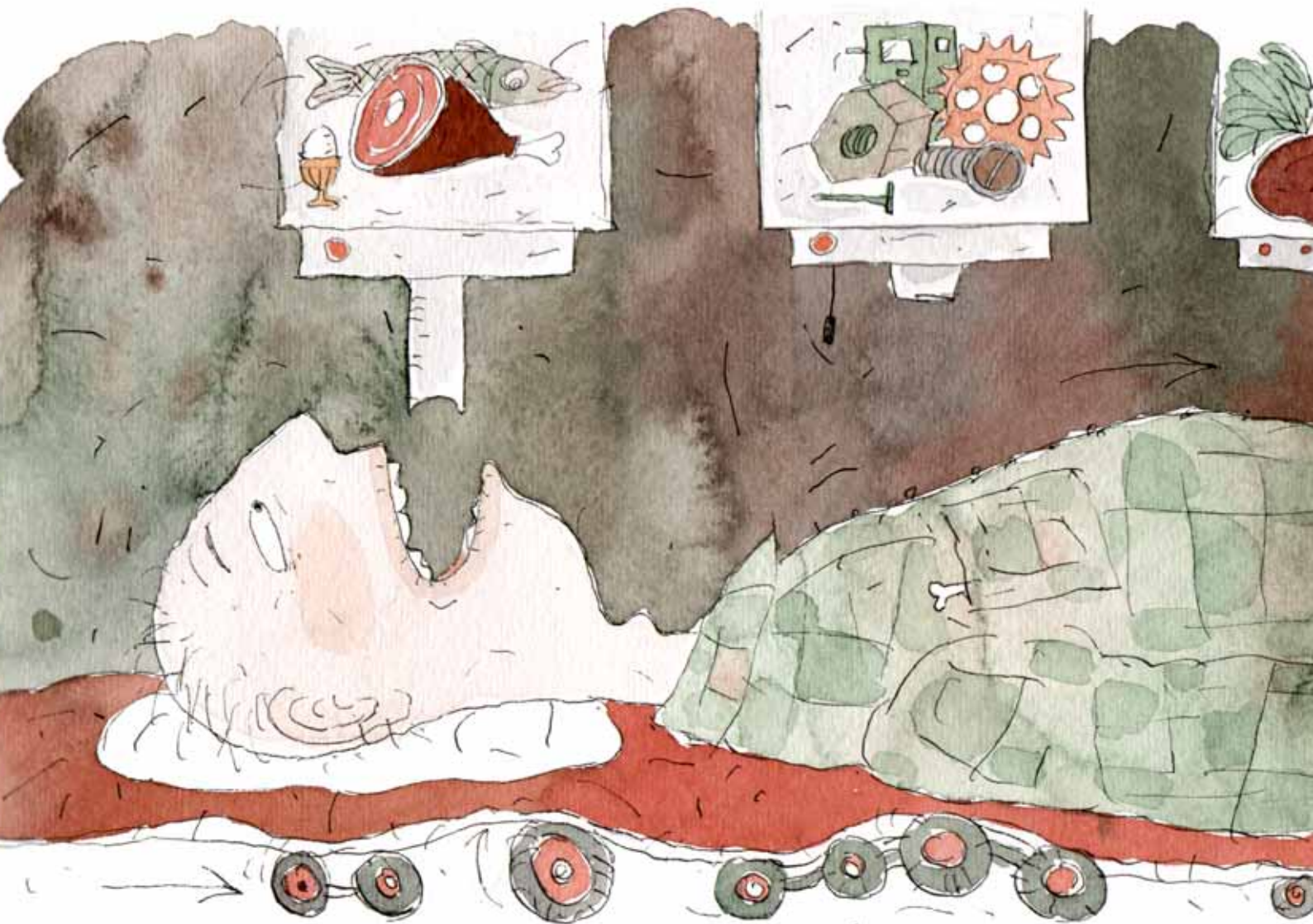


Российское Химическое общество
им. Д.И. Менделеева

Россия, 196105, Санкт-Петербург, а/я 215
Тел./факс: (812) 718 3537
E-mail: chem@orticon.com www.farexpo.ru

При поддержке:

Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
Правительства Ленинградской области



Безраздельная радость

Кандидат биологических наук
Р.С.Минвалеев

Предрассудки, связанные с питанием, невероятно живучи. Некоторые из них непонятно откуда взялись, а у других есть автор. Так, «теорию» раздельного питания сочинил американец Герберт Шелтон. А вот мнение о том, что нужно избегать вкусной пищи, происходит, наверное, от древних или средневековых аскетов, вовсе не думавших о телесном здоровье. Первое из этих заблуждений больше в ходу у народных целителей, а второе можно услышать от вполне образованных диетологов.

Зачем делить неделимое

Если вам еще не объясняли, что бифштекс ни в коем случае нельзя есть с картошкой, сыр — с хлебом, а макароны — с мясом, то могу вас поздравить: вам повезло, у вас отличное окружение. Всем остальным можно только посочувствовать. Традиционные сочетания продуктов, например картофельное пюре с молоком и луком вместе с котлеткой и хрустящим соленым огурцом, были объявлены страшным ядом, который образуется прямо в желудке. Это лишь одно из следствий до сих пор популярной «теории» раздельного питания Герберта Шелтона. Уж насколько безграмотен он был в элементарных вопросах гастроэнтерологии, но даже ему не могла прийти в голову та откровенная чепуха, которую пишут и пересказывают его российские последователи. Дескать, в кислой среде желудка перевариваются только белки, а углеводы (к которым почему-то приравниваются хлеб или картошка) за неостребованностью просто гниют!

Испортить аппетит можно по-разному. Можно, например, в тарелку соседа по столу кинуть что-нибудь нехорошее. А можно внушить ему, что там, у него в желудке, картошка гниет, пока переваривается рядом лежащий антрекот.

И невдомек доверчивому читателю оздоровительной макулатуры, что соляная кислота в желудке иногда могла бы и гвозди растворить — так велика ее концентрация, и потому никакое гниение чего бы то ни было там просто невозможно. Кислая среда



ЦИКЛ ЕДЫ

желудка обеззараживает поступающую пищу, поэтому мы иногда можем себе позволить позабыть о правилах гигиены, например «помыть» яблоко, потеряв его о рукав. Относительно стерильная среда поддерживается и в двенадцатиперстной кишке, и в тонком кишечнике. Интенсивное размножение бактерий начинается только в толстой кишке, о чем подробно говорилось в предыдущей статье (см. «Химию и жизнь», 2007, № 3).

Так откуда взялась эта злая шутка про гниение в желудке после употребления обычной смешанной пищи? Все очень просто. Только напугав человека, можно заставить его поверить во все, что угодно. Что домашние котлетки — это яд, что о бутерброде с колбасой надо навеки забыть, что дыня вообще ни с чем не совместима, и так далее без конца. Устрашенный перспективой отравления, озадаченный сложной системой совместимости разных продуктов, клиент будет слепо доверять учителю и благодетелю, который объяснит ему, бестолковому, как все есть «на самом деле».

В чем ошибка раздельного питания?

Герберт Шелтон обосновывал теорию раздельного питания известными физиологическими фактами, не замечая другие, противоречащие ей. Белки действительно расщеп-

ляются в основном в кислой среде желудка, а углеводы — в щелочной среде тонкого кишечника. Однако между желудком и тонким кишечником расположена двенадцатиперстная кишка, о существовании которой всемирно известный американский натуропат, не получивший медицинского образования, похоже, не имел никакого представления! Именно в этой части кишечника одновременно перевариваются и белки (ферментом поджелудочной железы трипсином и прочими протеиназами), и жиры (липазами при участии печеночной и пузырной желчи), и углеводы (различными амилазами). Никакого раздельного пищеварения в двенадцатиперстной кишке не происходит. И все эти сведения Герберт Шелтон и его последователи могли обнаружить в школьном учебнике по нормальной физиологии.

В пределах двенадцатиперстной кишки пищеварительные ферменты вовсе не конфликтуют: они все активны в слабощелочной среде, а белки, жиры и углеводы благополучно там расщепляются. При тяжелых формах язвенной болезни желудок вообще полностью удаляют, а двенадцатиперстную кишку соединяют напрямую с пищеводом — и люди живут, переваривая пищу только с помощью ферментов поджелудочной железы и кишечника. Таким образом, никакого серьезного теоретического обоснования концепции раздельного питания нет!

Таблица 1
Органы пищеварения и основные пищеварительные ферменты

Органы пищеварения	Пищеварительные ферменты и соки	Что переваривают
Ротовая полость	Птиалин	Сложные углеводы
Пищевод	—	—
Желудок	Пепсин и соляная кислота	Белки
	Желудочная липаза	Жиры
Двенадцатиперстная кишка	Амилазы	Простые и сложные углеводы
	Липазы, желчь	Жиры
	Трипсин, химотрипсин	Белки, пептиды
Тонкая кишка	Лактаза	Молочный сахар
	Амилаза, мальтаза, сахараза	Дисахариды
	Аминопептидаза, карбоксипептидаза	Пептиды

Вспомним к тому же, что большинство натуральных продуктов содержат разные питательные вещества, поэтому называть хлеб или картошку углеводами, а мясо белком — значит выдавать часть за целое. Хороший пример — бобовые, в которых много и белков, и углеводов, и жиров (в горохе — 23, 53,3 и 1,2%, в сое — 34,9, 26,5 и 17,3%). Довольно много белка в кашах — от 2 до 6 %, в хлебе — 7–8%. (Для сравнения: в мясных продуктах содержание белка — 11–25%.) Углеводов в крупах и картошке, разумеется, больше всего — до 70% (в мясе их количество не превышает 1%). Никаких проблем с перевариванием этих натуральных смесей белков и углеводов не возникает. Не мешают им и жиры — «кашу маслом не испортишь». А вот продуктов — чистых веществ — не так уж много: сахар да растительное масло, и ни один из них (кроме разве что леденцов) мы не едим отдельно от других.

Про индивидуальную непереносимость отдельных продуктов (пищевую аллергию) я здесь не говорю.

Таблица 2
Содержание основных питательных веществ в некоторых пищевых продуктах, %

Продукт	Белки	Жиры	Углеводы
Хлеб пшеничный из муки I сорта	7,6	0,9	49,7
Картофель отварной	2,0	0,4	16,7
Гречневая каша рассыпчатая	6,0	1,6	31,2
Арахис	29,2	50,2	10,8
Молоко	3,5	3,2	4,7
Сыр голландский	26,8	27,3	—
Яйцо куриное	12,8	11,6	0,8
Говядина отварная	25,8	16,8	—
Судак отварной	21,3	1,3	—

Что происходит при длительном раздельном питании?

Если мы несколько дней будем есть преимущественно белковую пищу (например, нежирное мясо), то состав пищеварительных соков изменится, чтобы наиболее эффективно ее переваривать. Для лучшего усвоения мяса увеличивается кислотность желудочного сока, в нем появляется больше слизи и фермента пепсина, расщепляющего белки на части — пептиды. В соке поджелудочной железы растёт активность трипсина и химотрипсина. При этом ферменты, расщепляющие углеводы и липиды, при питании белковой пищей вовсе не исчезают, а иногда их активность даже увеличивается. Организм хоть и стремится приспособиться к составу пищи, но не забывает, что этот

состав может измениться, и не собираются при каждом несбалансированном обеде или ужине вырабатывать только те соки, которые нужны в этот момент.

Однако через какое-то время переход на раздельное питание все же ослабляет органы пищеварения, поскольку не дает полноценной нагрузки на различные ферментативные системы. Это приводит к тому, что привыкшие себя к раздельному рациону не могут быстро вернуться к полноценной смешанной пище. Как правило, с ними случается вот что: где-нибудь в гостях или поддавшись уговорам родственников поборник раздельного питания скрепя сердце нарушает «священный обет» и соглашается съесть вместе с гарниром домашнюю котлетку, приготовленную с любовью и знанием кулинарного искусства. После этого последователю Шел-

тона закономерно становится плохо, поскольку полностью переварить эту котлетку его растренированные желудок и двенадцатиперстная кишка уже не в состоянии. Фактически у него наблюдается клиническая картина отравления. Далее плохо становится всем окружающим, потому что это они, нечестивцы, подсунули ему эту отраву, которой привыкли зашлаковывать себя. В результате у всех портятся настроение и аппетит, что ведет к еще большему нарушению пищеварения у участников прерванного торжества. Наконец все расходится. Хозяева остаются с твердым намерением никогда больше не приглашать этого придурка на общие вечеринки, а сам виновник испорченного настроения уходит с не менее твердым убеждением ни к коем случае не отступать от правил «здорового» питания.

От раздельной диеты к расщепленной психике

Совместная еда, вместо того чтобы объединять людей, разъединяет их настолько, что озабоченные собственным питанием люди через некоторое время могут общаться только с теми, кто разделяет их убеждения по той или иной системе оздоровления. Причем главным предметом разговоров становится, естественно, еда. Разумеется, правильная, здоровая, соевая, постная, макробиотическая, органическая, способствующая похуданию, устранению целлюлита и все такое прочее. Но ведь помимо еды есть и другие темы для разговора! Налицо явные признаки маниакального сужения сознания. Попросту говоря, легкая форма сумасшествия.

И это не голословное утверждение. Дело в том, что от раздельного питания страдает не только пищеварение, но и психика. Вы никогда не задумывались над еще одним наивным вопросом: почему многие натуропаты такие злобные? Увидят, как кто-нибудь нарушает заповеди «здорового» питания, и тут же затевают скандал и портят всем настроение. Постоянно пугают добрых людей преждевременной смертью от таких ужасных заболеваний, как рак, атеросклероз, сахарный диабет и тому подобного.

Да и вообще они какие-то дерганные, нетерпимые к чужому мнению. На лице у них маска вечного недовольства — то, что раньше называли постным выражением лица. Обратите внимание: уголки губ у похудевших почти всегда опущены вниз. Случайно ли такое изменение характера? Может, оно вызвано изменениями привычек в питании? А ведь все становится очень даже понятным — с физиологической точки зрения.

Оказывается, между характером питания и настроением существует прямая взаимосвязь, знакомая каждому.

Голодный человек практически всегда зол, неуравновешен, готов на всех броситься. За этим стоит древний инстинкт охотника, помогающий в поисках добычи. Но стоит прийти домой и поесть, как тотчас мир меняется в лучшую сторону.

Известно, что хорошее настроение напрямую зависит от содержания в головном мозге нейромедиатора серотонина. А он синтезируется только из одной аминокислоты, триптофана, которая доставляется в головной мозг из потребленного с пищей белка — например, белков мяса. Сравнительно недавно было установлено, что это происходит только в том случае, если белки поступают из кишечника в кровь одновременно с глюкозой. Тогда она открывает доступ в головной мозг триптофану. А далее в головном мозге из триптофана синтезируется серотонин, который вместе с еще одним медиатором, допамином (его также называют дофамином), и дает чувство приятного умиротворения, наступающее вскоре после еды. Так вот, именно для того, чтобы улучшить настроение, еда должна быть смешанная, особенно если она содержит белки и углеводы. Вам теперь понятно, в чем заключается смысл сладкого, подаваемого на третье? Такую же роль в некоторых национальных традициях питания играют кисло-сладкие соусы. Особенно богата ими китайская кухня, где сахар добавляется практически во все блюда и, кстати, входит в состав большинства местных лекарств.

Связь между смешанным (белково-углеводным) питанием и настроением оказалась настолько тесной, что в последнее время такую диету рассматривают как реальную альтернативу широко используемым антидепрессантам нового поколения, например прозаку. Эти лекарства также увеличивают содержание серотонина вместе с допамином и норадреналином. Надо ли объяснять, что при лечении депрессии (хронически пониженного настроения) с помощью «всего лишь» обыкновенной диеты (которая ничем от традиционной кухни не отличается) никаких побочных эффектов не наблюдается. Одним словом, питайтесь правильно, и с головой будет все в порядке. Попробуйте вернуться к старому как мир завтраку с бутербродом из белого хлеба (в основном углеводы) с колбасой и сыром (белки и жиры) плюс сладкий чай с лимоном (легкоусвояемые углеводы и витамин С). И вы неожиданно обнаружите давно забытую радость, исходящую чуть ли не из области желудка (если, конечно, еще не утратили за время увлечения раздельным питанием способность переваривать смешанную пищу)!

Таким образом, столь широко пропагандируемое раздельное питание снижает поступление триптофана в мозг и соответственно уменьшает содержание в головном мозге нейромедиаторов хорошего настроения. Фактически оно ведет к немотивированным депрессиям, широко распространенным в последнее время!

Серьезные опасения вызывает и система питания по М.Монтиньяку, в которой рекомендуется значительно уменьшить легкоусвояемые углеводы, например обычный сахар. Все было бы хорошо, но голова от такого питания практически перестает нормально работать, поскольку для питания нервных клеток требуется именно легкодоступная глюкоза. Многие отмечают, что при следовании рекомендациям Монтиньяка наблюдается снижение умственной работоспособности, памяти, быстроты мышления и опять-таки ухудшение настроения.

Как мы едим... сами себя!

Вот уже несколько десятилетий множество авторов пытаются (и небезуспешно!) убедить нас в том, что все пряное, жареное, соленое, маринованное, острое и, равным образом, все сладкое, мучное, сдобное, одним словом, все вкусное



вредно для здоровья. Далее в категорической форме утверждается, что пищу надо оценивать прежде всего с точки зрения количества калорий, витаминов, микроэлементов и прочих полезных ингредиентов, но никак не с позиций ее вкусовых достоинств. Более того, оказывается, нельзя доверять своим вкусовым рецепторам, ибо «природа глупа» и все норовит заставить нас съесть какую-нибудь восхитительно вкусную вредность! А это якобы не замедлит сказаться на внешнем виде (весе тела и цвете лица), на здоровье (все болезни от неправильного питания) и так далее.

Но так ли уж глупа наша матушка-природа, когда заставляет нас изощряться в кулинарном искусстве? Отчего наши вкусовые рецепторы требуют, чтобы за обеденным столом было не столько полезно, сколько вкусно? И почему мы искренне благодарим хозяйку не за полезное, а за вкусное угощение?

Начиная с 50-х годов, благодаря работам отечественных физиологов И.П.Разенкова, Г.К.Шлыгина и других, стало достоверно известно, что в желудке и кишечнике переваривается не только пища, поступающая извне, но и белки, выделяемые организмом в полость пищеварительного тракта. Эти эндогенные (дословно «рожденные внутри») белки перевариваются пищеварительными ферментами наравне с экзогенными («рожденными снаружи»), поступающими с пищей белками. Получившаяся в результате смесь аминокислот всасывается в тонком кишечнике. Иными словами, с каждым приемом пищи мы одновременно съедаем чуть ли не такой же по объему «кусочек» самих себя! Во всяком случае, по белкам соотношение экзогенных и эндогенных белков у человека получается примерно 1:1.

Для чего это нужно нашему организму? Вот как отвечал на этот вопрос Г.К.Шлыгин, один из крупнейших физиологов: «Благодаря поступлению эндогенных белков в желудочно-кишечный тракт происходит в значительной степени выравнивание аминокислотного состава всасываемой смеси веществ и обогащение ее аминокислотами, содержащимися в недостаточном количестве в принятой в данное время пище. Это способствует ассимиляции белковых веществ во всем организме». Даже при полном исключении белка в пище организм все равно некоторое время будет получать необходимые аминокислоты как бы из самого себя.

Аналогичная ситуация и с жирами. Кстати, с этой точки зрения теория раздельного питания, о которой мы подробно говорили выше, выглядит еще более необоснованно. Сколько бы мы ни изощались в сочетаниях белков, жиров и углеводов, полноценное переваривание в норме должно завершаться химусом (пищевым комком внутри пищеварительного тракта) примерно одинакового состава.

И еще одно уточнение Г.К. Шлыгина: «Если пища бедна каким-либо незаменимым компонентом, например почти совсем не содержит белка, желудочно-кишечный тракт внесет необходимое количество за счет эндогенного потока и образует смесь с таким же относительно постоянным составом свободных аминокислот, как и при обычном смешанном питании».

Все полезно, что в рот полезло

А теперь самое интересное. В спорах между собой физиологи установили, что выравнивание аминокислотного состава химуса и оптимальные соотношения аминокислот в крови наблюдаются далеко не всегда. В частности, никакого выравнивающего выделения белков в полость желудка не происходит, если принимаемая пища отвергается животными или вводится искусственно через зонд, минуя ротовую полость. В некоторых опытах совершенно безвкусную для собак пищу (смесь очищенного белка, растительного масла и сахарозы) заталкивали им в пасть и заставляли ее глотать. «Во всех этих случаях были исключены рефлекторные влияния принимаемой пищи из полости рта и, следовательно, адекватные стимулы для деятельности нервных центров; отсутствовала первая фаза желудочной секреции». В этом случае в крови не обнаруживали предполагаемого выравнивания состава аминокислот.

На языке давно уже вертится вопрос: «А не происходит ли то же самое у человека при употреблении «полезной», но невкусной пищи?» Ну конечно, иначе просто и быть не может! Более того, многие требования «здорового» питания исключают кулинарные приемы, направленные именно на улучшение вкусовых достоинств приготовляемых блюд. Например, чтобы получить действительно вкусную гречневую кашу, ее необходимо готовить два-три часа. С позиций же диетологии термическая обработка — это разрушение витаминов, поэтому время варки сокращают до 15 минут и даже до 3–5 минут (после предварительного замачивания), получая «полезную», но совершенно безвкусную, не до готовности проваренную кашу. А уж про жарку на сковороде даже упоминать не стоит — для поборников натуральной пищи это сплошные канцерогены. В итоге множество людей старательно приучают себя к абсолютно невкусной пище: обезжиренному творогу, картошке на пару, соевым «шницелям» и прочему.

Однако исследования ученых достоверно подтверждают только один, давно известный факт: чтобы пища нормально усваивалась, она обязана быть вкусной. И тогда, по наблюдениям тех же физиологов, даже крайне неполноценное питание (к примеру, дефицитное по незаменимым аминокислотам) длительное время не приводит ни к каким вредным последствиям. Причем это не голословные утверждения теоретиков от питания, но строгие научные данные, полученные экспериментальным путем.

Вот ведь как забавно получается. Оказывается, не нужно следить за составом пищи, к чему нас призывает подавляющее большинство натуропатов и диетологов мира. Незачем подсчитывать калории, следить за «научно обоснованными» нормами по питанию и с постным выражением лица отвергать «вредные» вкусы. Более того, если вы все это уже делали длительное время, то вместо искомого здоровья можете запросто оказаться на больничной койке, поскольку дефицит некоторых незаменимых веществ в сочетании с безвкусной едой очень быстро становится безусловно патогенным фактором. И наоборот, вкусная еда может в течение длительного времени нивелировать самые разнообразные огрехи как по составу, так и по качеству принимаемой пищи.

Не могу напоследок не привести замечательный пример из автобиографической книги старейшего американского кардиолога Бернарда Лоуна: «Пожилых людей очень волнует их уровень холестерина. Их рацион и так обеднен из-за зубных протезов, отсутствия аппетита и плохой переносимости некоторых продуктов. Когда я впервые встретился с миссис Т., ей было за 80. Она очень плохо выглядела, и я спросил ее, почему она за последние полгода потеряла больше семи килограммов. Она ответила, что ей просто нечего есть. «Кардиолог сказал, что мне нужно исключить животные жиры. Эндокринолог посоветовал ограничить сахар, а лечащий врач сказал, что если я буду есть много соленого, то у меня появятся сильные отеки». Я успокоил ее и посоветовал не обращать внимания на эти запреты, а есть все, что захочется. Через шесть месяцев у миссис Т. восстановился нормальный вес, и она стала чувствовать себя намного лучше». Жаль, что таких врачей сейчас почти нет.



Пища против малярии

Великолепный пример для рассмотрения козволюции человека и возбудителя инфекционного заболевания — малярия. Это инфекционное природно-очаговое заболевание сыграло большую роль в истории человечества. Различные варианты этой болезни вызываются четырьмя видами простейших рода *Plasmodium*, которые переносятся различными видами комаров. Размножение плазмодиев в эритроцитах человека и становится причиной заболевания.

Люди сталкивались с возбудителями малярии тысячелетиями, и естественно, что в природных очагах этого заболевания преимущество получали популяции, тем или иным способом обороняющиеся от губительного действия паразита. Некоторые варианты такой защиты имеют непосредственное отношение к теме этой книги, но рассматривать их вне связи с биологическими, генетическими адаптациями невозможно. Поэтому заранее приношу извинения за неизбежные «эволюционно-генетические» длинноты.

Наиболее широко известен один из защитных механизмов, возникший в результате биологической эволюции. Речь идет о генетичес-



КНИГИ

ки обусловленном изменении содержания в эритроцитах человека белка гемоглобина (Hb), обеспечивающего перенос кислорода. Специфический, аномальный вариант гемоглобина, описанный в 1910 году и получивший наименование гемоглобина S (HbS), чаще всего встречается в африканских популяциях, причем именно в регионах, эндемичных по малярии (Фогель, Мотульски, 1990).

Первые годы после открытия этого аномального гемоглобина считалось, что связанная с ним серповидно-клеточная анемия (изменение формы эритроцитов, которые начинают напоминать формой не обычный для красных кровяных телец бублик, а серп) является последствием перенесенной малярии, вызываемой одним из видов плазмодия — *Plasmodium falciparum*. Позже, однако, выяснилось, что серповидно-клеточная анемия, как и ряд других подобных состояний, не следствие заболевания, а, напротив, своеобразный защитный механизм, повышающий устойчивость организма человека к *P. falciparum*.

Люди, гомозиготные по серповидноклеточности, то есть получившие от обоих своих родителей аллели HbS, в условиях «традиционного» общества практически обречены на гибель: их выживание возможно только с помощью современных медицинских средств. Но гетерозиготы, носители

одного нормального и одного «серповидного» аллеля, имеют в малярийных районах преимущество. Дело в том, что под воздействием аллеля HbS формируются эритроциты, менее приспособленные к переносу кислорода, но зато и малопригодные для размножения в них возбудителя малярии. Именно поэтому показатели гетерозиготности по аллелю HbS очень высоки именно в тех регионах Африки, где распространен *P. falciparum*, — в некоторых группах они близки к 30% (Allison, 1956; Walter, 1988).

Помимо генетической адаптации, в популяциях тропической Африки возник целый ряд культурных приспособительных реакций, которые позволяют снизить риск заболевания малярией. Очень интересный вариант взаимодействия культурных и генетических механизмов, повышающих устойчивость к *Plasmodium falciparum*, рассмотрен американской исследовательницей Ф.Джексон (Jackson, 1990).

Здесь на первый план выходят традиции питания.

Корнеплод кассавы, или съедобный маниок, — основа питания некоторых групп населения Либерии (Западная Африка). На северо-западе страны кассаву употребляется в пищу в основном в период засухи и в начале дождливого сезона, но в центральных и юго-восточных районах она круглый год остается основой рациона для

всего населения. Для детей младших возрастных групп после отлучения их от груди кассава становится основной пищей. В некоторых этнических группах Центральной Либерии существует даже обычай ритуального «кормления» новорожденного небольшим количеством содержащей кассаву пищи, чтобы подчеркнуть племенную принадлежность ребенка.

Почему кассавы, завезенная в Африку из Бразилии португальцами, получила здесь такое широкое распространение?

Несомненно, что съедобный маниок очень привлекателен как культурное растение. Уход за ним минимален, а одно растение уже через несколько месяцев может дать до 15–20, а то и больше, килограммов клубневидных корней. Но, как и многие другие тропические культуры, кассавы содержит мало белков и витаминов (особенно витамина А). «Маниоковые диеты» (чаще всего их основу составляет приготовленная из кассавы мука — тапиока) оказываются несбалансированными и могут приводить к развитию белковой, энергетической и витаминной недостаточности, а также ведут к расстройствам усвоения йода и повышают риск развития зоба. Дело в том, что идущий в пищу корнеплод кассавы содержит цианогенный гликозид — линамарин, который способствует продукции тиростимулирующего

гормона (ТСГ). Если кассава становится основой рациона, содержание ТСГ в организме может существенно повыситься, что ведет к развитию зоба.

Зобогенное действие маниока хорошо изучено на примере аборигенов Малайзии, примерно 60% которых в наши дни регулярно потребляет блюда из кассавы и тапиоки. Почти у половины из придерживающихся такой «маниоковой диеты» обнаружен зоб I степени или более тяжелые поражения органа. Увеличение щитовидной железы ведет к задержке йода: выведение микроэлемента с мочой у аборигенов в три раза меньше, чем у жителей столицы Малайзии, Куала-Лумпура, и почти вдвое ниже, чем у сельских малайцев, питание которых не ориентировано на блюда из кассавы (Osman et al, 1992, 1994). В ряде исследований было показано также, что тяжелые формы зоба, развивающиеся в результате употребления таких зобогенных растений, приводят к психическому недоразвитию (кретинизму) даже вне эндемичных по недостатку йода районах, таких, как полуостров Малайзия.

Белковая и витаминная недостаточность, зоб и возможные психические отклонения — не слишком ли высокая цена? Неужели только легкость выращивания этого сельскохозяйственного продукта стала причиной превращения кассавы в «культурную суперпищу» либерийцев?

По-видимому, нет: в данном случае ценность продукта проявляется в его неочевидных свойствах. Уже упомянутый линамарин в кишечнике человека превращается в цианиды, которые всасываются в кровеносное русло (содержание цианидов в кассаве настолько велико, что без специальной обработки человек не может употреблять ее в пищу: велика опасность смертельного отравления образую-



щейся синильной кислотой). Но цианиды, содержащиеся в крови человека в умеренных количествах, отравления не вызывают, зато связываются с белками возбудителя малярии — малярийного плазмодия — и задерживают развитие паразита в эритроцитах. Таким образом, в районах, эндемичных по малярии, включение в рацион значительного количества блюд из кассавы оказывает профилактический эффект в отношении одного из наиболее распространенных инфекционных заболеваний тропических и субтропических регионов. При этом важно, что цианиды могут проникать через плаценту в кровеносную систему плода, а с материнским молоком передаваться ребенку, то есть обеспечивать защиту малышам, которые еще не в состоянии есть «взрослую» пищу, то есть собственно блюда из маниока (кассавы).

Интересно, что на северо-западе Либерии, где потребление кассавы сравнительно невелико, относительно высока частота серповидно-клеточной анемии. Таким образом, в пределах населения одной страны обна-

руживаются разные варианты адаптации к влиянию паразитических микроорганизмов: на северо-западе — биологический, а на юго-востоке — культурный, основанный на применении специфической диеты.

Но аллель серповидноклеточности, обеспечивающий устойчивость к *P.falciparum*, лишь наиболее широко известный вариант генетической защиты от одной из многих форм опасного заболевания. На сегодняшний день выявлено не менее дюжины генотипов, определяющих устойчивость человека к различным вариантам малярии. Причем в ряде случаев возникшие в ходе эволюции биологические (генетические) способы защиты от этого заболевания могут вступать в противоречие с вариантами защиты культурной. В наиболее ярком виде это проявляется в заболевании, получившем название фавизма.

Термин фавизм — производный от латинского наименования одного вида бобовых растений: конских бобов, *Vicia fava*. Бобы — растительный продукт, издревле употребляемый человеком в пищу. Их энергетическая и пищевая ценность очень высока. Сто граммов лущеных бобов поставляют организму человека примерно 360 ккал энергии (для сравнения: то же количество козьего мяса или оленины обладает вдвое меньшей калорийностью — около 150 ккал). Понятно, что пройти мимо такого питательного продукта люди не могли: дикие бобы, а позже бобовые культуры, занимали существенное место в традиционной кухне многих народов. Недаром в Древней Греции бобы считались пиршественным блюдом, а сами древние греки поклонялись покровителю бобов Киамиту.

Но, как ни странно, уже в древности с бобами было связано огромное число запретов. В Древней Индии на



ChemBridge Corporation

**ChemBridge Corporation приглашает
на постоянную работу химиков-синтетиков**

Требования

- высшее образование
- опыт экспериментальной работы в области тонкого органического синтеза (для выпускников профильных вузов трудовой стаж не обязателен)

Условия работы:

- оклад 11000 - 30000 рублей (по результатам собеседования)
- оформление по ТК РФ
- достойные ежеквартальные и годовые премии
- иногородние сотрудники на испытательный срок обеспечиваются жильем, а затем выплачивается частичная компенсация за съем жилья

Резюме присылайте по адресу:

vacancy@chembridge.ru или turina@chembridge.ru
(тема - "резюме химик-синтетик")

тел: +7(495)775-06-54 (доб.10-96)
www.chembridge.ru

совершавших жертвоприношение налагался запрет употребления бобов в пищу. Римляне пошли еще дальше: жрецу Юпитера запрещалось не только прикасаться к бобам, но и упоминать о них. Греческий философ Пифагор не позволял своим ученикам есть бобы, утверждая, что они обладают свойствами человеческого тела, в них заключены души умерших и потому бобы способны высасывать из организма жизненные соки...

Многие специалисты полагали, что такие поверья могут иметь какую-то рациональную основу. Подобная точка зрения хорошо выражена в высказывании американского этнографа А. Эндрюса: «Древние испытывали по отношению к бобам смешанное чувство почтения и ужаса, обычно возникающее по отношению к предмету, который, как считают, обладает сверхъестественной силой и может оказывать либо благотворное, либо пагубное воздействие».

Эти предположения оказались верными, но чтобы разобраться в ситуации, нам придется снова обратиться к генетике. В 1950-х годах было обнаружено, что организм некоторых людей болезненно реагирует на введение противомаларийного препарата примахина: у них развивается со судистая гемолитическая реакция, в результате которой происходит разрушение красных кровяных телец — эритроцитов. Врачи и генетики обратили внимание на важные особенности: во-первых, частота таких реакций у выходцев из Африки почти в 100 раз выше, чем у людей европейского происхождения. Во-вторых, среди европейцев подобные проявления более характерны для выходцев из стран Средиземноморья. И наконец, были обнаружены межполовые различия: гемолитическая реакция у мужчин протекала, как правило, более бурно, чем у женщин. Все это наводило на мысль о генетической обусловленности явления.

Эти факты стимулировали многочисленные исследования, в результате которых в 1956 году удалось установить, что разрушение эритроцитов в этом случае вызывается наследственным дефицитом фермента глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы, сокращенно обозначаемой как Г6ФД (Carson et al, 1956). Поскольку признак оказался сцепленным с половой X-хромосомой, у гетерозиготных женщин проявления заболевания протекали в более стертой форме, чем у гемизиготных (имеющих всего одну X-хромосому) мужчин. В ходе дальнейших исследований выяснилось, что в районах, эндемичных по малярии (некоторые регионы Африки и

Индии; Средиземноморье — Сардиния, Греция, Израиль, Египет), дефицит Г6ФД является благоприятным признаком, обеспечивающим защиту от этого заболевания. Соответственно в результате отбора частота дефицита Г6ФД повышена в популяциях, проживающих в «маларийных» районах. Таким образом, раскрылась и загадка этнической приуроченности заболевания.

Например, среди народов Северо-Восточной Индии (штат Ассам) наиболее резко различаются по частотам аллелей Г6ФД племена бодо и нага, живущие всего в нескольких сотнях километров друг от друга. Бодо — обитатели приречных равнин, практикующие рисоводство на территориях, эндемичных по малярии. Частота недостаточности Г6ФД у бодо достигает 19%. Нага — горцы, живущие в свободных от малярии местностях; у них дефицит Г6ФД не обнаружен (Saha et al., 1990). Достаточно широко известны и часто цитируются в учебниках по генетике и биологии человека аналогичные данные, касающиеся распределения вариантов Г6ФД в различных популяциях Сардинии (Харрисон и др., 1979).

Рядом изящных исследований было показано, каким образом генетически детерминированное снижение активности фермента предохраняет организм человека от поражения малярией фальципарум (Luzzatto et al., 1969). Вследствие дефицита Г6ФД в эритроцитах, особенно старых, образуется меньше вещества глутатиона, необходимого для стабилизации мембраны красного кровяного тельца. В такие дефектные клетки *P. falciparum* проникает с трудом, что, собственно, и защищает носителя мутации от малярии.

Хорошо, но при чем тут бобы?

А вот при чем: точно такая же реакция, как на введение противомаларийных препаратов, возникает у некоторых людей на употребление в пищу конских бобов *Vicia fava*. У них также развивается острый гемолиз эритроцитов, сопровождающийся лихорадкой и желтухой, в тяжелых случаях приводящий к гибели. Именно это заболевание и называется фавизмом.

Сходство реакций на воздействие примахина и веществ, содержащихся в бобах, дало медикам повод предположить, что употребление в пищу бобов может повышать сопротивляемость организма по отношению к малярии. Косвенным образом это подтверждал и тот факт, что район выращивания и потребления конских бобов в значительной степени совпадает с регионами распространения малярии в Средиземноморье.



КНИГИ

Действительно, оказалось, что конские бобы содержат ряд веществ, подобных тем, которые используются при изготовлении противомаларийных препаратов. Таким образом, у населения эндемичных по малярии районов сложилось два варианта защитной реакции от заболевания: генетический (дефицит Г6ФД) и культурный (формирование традиционных кухонь, в которых значительное место занимают блюда из бобов).

К сожалению, эти механизмы входят в противоречие. Для подавляющего большинства населения Средиземноморья, не несущего аллеля недостаточности Г6ФД (в Египте, Греции и Италии это примерно 95% мужчин и еще большее количество женщин), потребление в пищу бобов *V. fava* не только безопасно, но и полезно: такая диета обеспечивает повышенную устойчивость к малярийному плазмодию. Остальные же, защищенные от малярии генетически, потребляя бобы, серьезно рискуют своим здоровьем и даже жизнью.

Можно предположить, что доля носителей мутации по аллелю Г6ФД у населения Средиземноморья еще не достигла того уровня, при котором общество вырабатывает устойчивый запрет на употребление в пищу потенциально опасного продукта. Но ряд культурных ограничений уже возникает: вспомним о древнеримских и индийских обычаях, «отсекавших» часть популяции (временно или постоянно) от возможного источника опасности.

Итак, на примере взаимодействия организма-хозяина (*Homo sapiens*) и возбудителя заболевания (*Plasmodium falciparum*) мы смогли рассмотреть различные пути возникновения устойчивости к одной из форм малярии и роль питания в этом процессе. Мы увидели также, каким образом традиционная пища может защитить человека от инфекционной болезни.

Отрывок из книги:

А.И.Козлов. Пища людей. Фрязино, Век 2, 2005.

Книгу можно заказать на сайте издательства: www.vek2.nm.ru

Изменения ВОДЫ

Член-корреспондент РАН

Г.Р.Иваницкий,

Институт теоретической
и экспериментальной
биофизики РАН, Пушкино

Аристотель точно прав:
У стихий особый нрав,
Королева всех — вода!
Остальные — ерунда.
Студенческий фольклор

Описание воды — это неустанное спряжение глаголов «двигаться» и «изменяться». В нашем сознании и в общении друг с другом вода и время часто бывают связаны. Мы, подражая древним грекам, говорим — «время течет»; о больших интервалах времени — «много воды утекло»; и сегодня фраза «нельзя повернуть время вспять» произносится как «нельзя вступить дважды в одну и ту же реку». В разговорной речи к слову «вода» часто добавляют эпитеты — чистая вода, спокойная вода, но это не более чем метафоры. О том, как ведет себя вода на малых масштабах времен, порядка 10^{-15} с, «Химия и жизнь» рассказывала в мартовском номере за этот год. В этой статье речь пойдет о тех событиях, которые происходят в ней на больших масштабах времени.

Ухабы на поверхности воды

При положительных температурах вода испаряется из любого открытого водоема, а следовательно, верхний ее слой оказывается более холодным, чем внутренние. Температурный градиент приводит воду в движение. Холодные слои воды опускаются вниз, теплые — поднимаются вверх.

Современные матричные инфракрасные камеры с предельной температурной чувствительностью до $0,02^\circ\text{C}$ и пространственным разрешением 30–50 мкм позволили нам в Институте теоретической и экспериментальной биофизики РАН обнаружить неизвестные ранее макроструктуры, возникающие при конвективной подвижности воды при комнатной температуре на шкалах 10^2 – 10^5 с. Инфракрасная техника выявила в воде структуры, которые не видны в видимом диапазоне длин волн и о существовании которых при комнатных температурах можно было только догадываться. Механизм их возникновения определяется испарением воды и возникновением в ней конвекции Рэлея — Бенара.

Напомним, что в ставшей классической работе, опубликованной еще в 1900 году, французский ученый Анри Бенар рассказал о конвективных ячейках, позднее названных его именем. Он наблюдал их, но не в воде, а в жидком жире кашалота

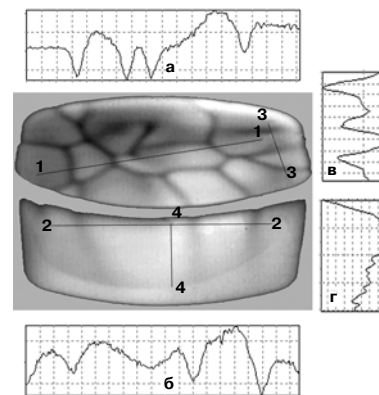
(температура его плавления около 46°C). Жир был налит тонким слоем на металлический горизонтальный лист, который подогревался снизу. Конвективное движение возникало за счет температурного градиента между слоями — подогреваемым снизу и верхним, свободным, температура которого из-за охлаждения была ниже. В результате поверхность жира разбилась на ячейки. Механизм возникновения таких ячейчатых структур стал известен позднее, приблизительно через 15 лет, благодаря работам лорда Рэлея, который создал математическую модель конвективного движения. Мы, по-видимому, были первыми, кто обнаружил возникновение таких ячеек в воде при комнатной температуре.

Гидробиологам интересен ответ на вопрос: влияет ли обнаруженная конвекция воды на организмы, живущие на поверхности водоема? Диапазон размеров живых существ, бегающих по воде, чрезвычайно велик и составляет несколько порядков: от сравнительно крупной тропической ящерицы василиска до мелких водных клопов-водомерок.

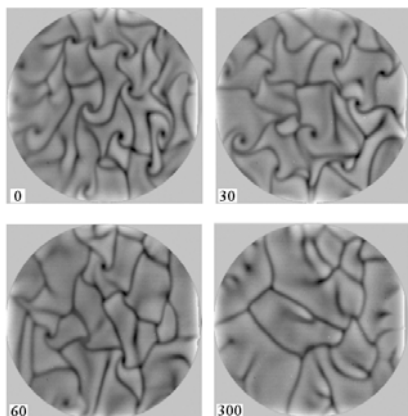
Например, водомерки *Gerris remigis* или *Gerris paludum* могут развивать скорость до 0,5 км/ч. Эти и подобные им мелкие существа «разговаривают» с помощью поверхностных волн, которые создают вибрацией ног. Время изменения конвективных структур

самой воды в установившемся режиме не превышает 10^3 – 10^4 с. Частоты общения насекомых лежат во временном диапазоне 10^{-1} – 10^{-2} с, то есть на три — пять порядков ниже. Следовательно, на коммуникацию насекомых конвективные структуры воды влиять не должны. Возможно, что горбы и впадины ячеек создают незначительные искажения звуковых волн и воспринимаются водомерками так же, как мы воспринимаем эхо.

А что с подвижностью водомерок? Не будут ли ячейки «ухабами» на их пути? Вода удерживает водомерок на своей поверхности из-за их небольшого веса. Сила поверхностного натяжения воды — существенная, порядка 70 дин/см. Размер водомерок — 0,5–2 см. Это сравнимо с величиной ячеек, которая тем больше, чем больше водоем. Водомерка в большом водоеме может двигаться прямолинейно на расстояние порядка 1 м, затем она резко останавливается, как будто натолкнулась на препятствие, и делает поворот. В малом водоеме ячейки невелики и длина прямолинейного пробега сокращается. Такой характер движения водомерок заставляет предположить, что насекомые чувствуют



Так в инфракрасном свете с длиной волн 8–12 мкм выглядят конвективные ячейки, которые возникают из-за испарения воды в круглом сосуде при комнатной температуре. На графиках — температурные профили вдоль линий 1–1 (а), 2–2 (б), 3–3 (в), 4–4 (г). Расстояние между горизонтальными штриховыми линиями соответствует 1°C



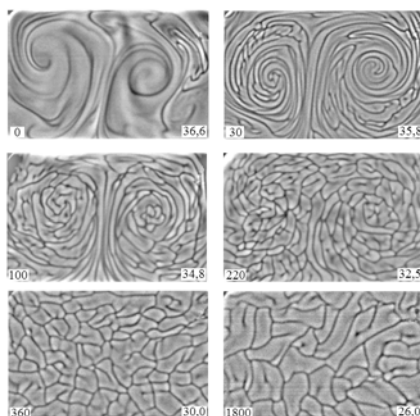
Последовательное изменение структур, видимое в инфракрасном свете с длиной волн 8–12 мкм при остывании воды от 40°С до 20°С в круглом резервуаре диаметром 17 см. В левом нижнем углу показано время в секундах. Температура в комнате 21,5°С

«неровности», создаваемые конвективными ячейками, и обходят опасные участки.

Встречающийся в Панаме и Коста-Рике шлемоносный василиск, размер которого достигает 80 см, бегает по воде, удерживая свое тело на поверхности быстро чередующимися ударами задних лап, развивая при этом скорость 12 км/ч. Однако стоять на водной глади ящерица не может; для отдыха она должна выбираться на сушу. Василиску в силу его крупных размеров мелкие ячейки, по-видимому, особо не мешают: он способен двигаться прямолинейно на большие расстояния, до 400 метров.

Ее тепло — ее богатство

Можно часами любоваться калейдоскопом узоров, создаваемых движением воды. Характер ее движения и возникающие в ней структуры — это игра разнообразных сил природы. Здесь проявляют себя гравитационные силы, тянущие воду вниз; архимедовы силы, поднимающие нагретые слои воды при ее расширении; электрические силы, связанные с диполь-



Такая последовательность структур возникает при остывании воды от 36,6°С до 26°С в прямоугольном резервуаре размером 35х24х2 см. В левом нижнем углу — время в секундах, в правом — температура воды в градусах Цельсия. Температура в комнате 21,5°С

ными зарядами как молекул, так и кластеров воды, — они заставляют воду двигаться в электрическом поле и переносить заряды от точки к точке; магнитные силы, возникающие при наличии электрических зарядов в искусственно наведенном магнитном поле или в естественном поле Земли; силы давления, связанные как с изменением толщи воды, так и с изменением внешнего атмосферного давления; силы вязкости и трения, зависящие как от чистоты воды, так и от взаимодействия ее молекул со стенками сосуда, а также от их рельефа, заряда и формы. Даже этот достаточно большой список не полон. Строя модели воды, исследователи, как правило, упрощают задачу, отдавая главную роль в зависимости от постановки задачи ограниченному набору сил. Классическая гидродинамика, берущая свое начало от уравнения и теоремы Бернулли, пренебрегала электрическими и магнитными силами в воде. Однако в XXI веке потребности нанотехнологий заставили изучать электромагнитные взаимодействия с различными материалами искусст-

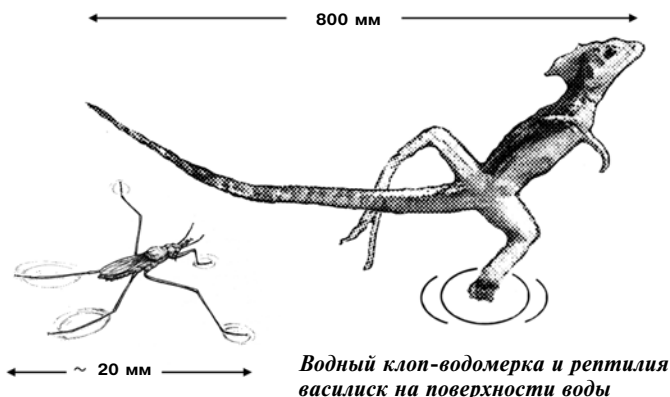
венного и животного происхождения. Сегодня мы присутствуем при рождении новой ветви гидродинамики — электромагнитной.

Временные шкалы всех жидкостей связаны с температурой. Чем выше температура, тем сильнее сжата шкала изменений — они происходят быстрее. С повышением температуры подвижность молекул жидкости обычно увеличивается. Однако для воды эта шкала — нелинейная, у нее есть целый набор экстремумов ее физических параметров и описываемых ими свойств. Некоторые из этих точек хорошо известны. Температура 0°С и 100°С — таяние снега и кипение воды. При атмосферном давлении плотность воды максимальна при 4°С (точнее, при 3,98°С). Аномальным образом по сравнению с другими жидкостями ведет себя удельная теплоемкость воды, достигая минимума при 40°С. Сжимаемость воды минимальна при 46°С. По-видимому, василиску бегать по такой воде было бы не только горячо, но и неудобно, как человеку ходить по горячему и зыбкому песку.

Разрабатывая тепловые машины, люди изобрели три способа регуляции тепла: изменять поверхность теплообмена; использовать обтекающие нагреваемый или охлаждаемый объект жидкости или газы и, наконец, регулировать интенсивность нагрева самих топливных элементов. Однако природа задолго до человека использовала все эти три способа, прежде всего применяя на различных временных шкалах водные субстанции как охлаждающий или нагревающий агент.

Водяной социализм: «У горячих отнять — холодным добавить»

Вода, перемещаясь от теплых зон к холодным, выравнивает температуру и спасает локальные зоны объекта от перегрева или переохлаждения, иначе говоря, от гибели. Например, организм человека содержит свыше 50 л воды, из них 27 — внут-



рикеточная жидкость, 20 — тканевая жидкость и 3,4 л — плазма крови. Теплоемкость воды довольно высока и при атмосферном давлении равна 4,18 кДж/(кг·К). Для сравнения: теплоемкость этилового спирта почти в два раза, а серной кислоты — в три раза меньше. Теплопроводность воды при ее связывании, например, с белковыми структурами увеличивается в три раза и более. Нагрев крови обеспечивается теплопродукцией клеток тех органов, которые потребляют наибольшее количество кислорода (скелетные мышцы, сердце, мозг или печень) и соответственно выделяют за счет окислительных процессов много тепла. В таких органах температура крови повышается, в других, работающих менее интенсивно, — понижается.

Температура артериальной крови человека в сравнительно широком диапазоне температур внешней среды (в воздухе от 6,7 до 32°C, а в воде от 26 до 32°C) благодаря движению крови от органа к органу остается почти постоянной — около 37°C. Аналогичная ситуация возникает и в тканях из-за движения тканевой жидкости, и в клетках — в результате движения клеточной жидкости. Временная шкала водной регуляции температуры внутри организма лежит в диапазоне 10^0 – 10^2 с, поскольку полный цикл кровообращения составляет около одной минуты. Однако водная теплорегуляция человека при его адаптации к изменениям внешней среды находится уже в другом временном диапазоне.

Содержание воды в теле человека колеблется от 45 до 75% от его веса и в основном зависит от содержания жира. Во время жары наше тело не может нагреться до температуры воздуха до тех пор, пока вся вода, содержащаяся в нем, не испарится. Однако обезвоживание смертельно для организма. Таким образом, говорят о температуре влажного организма, то есть температуре поверхности тела в условиях нагрева уменьшена за счет испарения воды. Теплота испарения у воды сравнительно велика; при 100°C она равна $22,53 \cdot 10^2$ кДж/кг. Для сравнения теплота испарения этилового спирта почти в два раза меньше. В среднем человек даже при комфортной температуре теряет за сутки около 500 мл воды.

При существенном повышении температуры внешней среды скорость внутреннего переноса тепла по организму человека не будет ли-

митирующим фактором, так как время полного оборота крови в организме происходит быстро. Лимитирующим же оказывается прогрев кожи. Из баланса количества тепла, которое передается через кожный покров в единицу времени и количества тепла, нарабатываемого внутри организма, можно оценить величину характеристического времени прогрева ткани. С повышением температуры в окружающей среде увеличивается выделение пота, сначала за счет включения в этот процесс все большего количества потовых желез, а потом из-за увеличения их производительности. Например, при температуре окружающего воздуха свыше 50°C за один час может выделиться до двух литров пота. Время адаптации оценивается от 9 мин. до 1,5 часа, то есть попадает в диапазон 10^3 – 10^4 с. Период полного обновления воды, например, у мышей составляет 2,2 дня, а у человека 19 дней, то есть порядка 10^6 с.

Еще для философов античности аналогии между человеком и окружающим его миром были естественным способом познания. Метод аналогий и сегодня остается продуктивным. В целом Землю можно уподобить живому организму, где перепады температуры по различным материкам и регионам много больше, чем между органами человека, и доходят до 120°C (от –70°C до +50°C). Удельная теплота плавления льда в равновесном изобарно-изотермическом процессе при 0°C равна 334,4 кДж/кг. Теплопроводность льда сравнительно небольшая — 2,2 Дж/м·с·град, а воды еще меньше — 0,59 Дж/м·с·град. Если для начала движения потока воды требуются небольшие темпера-

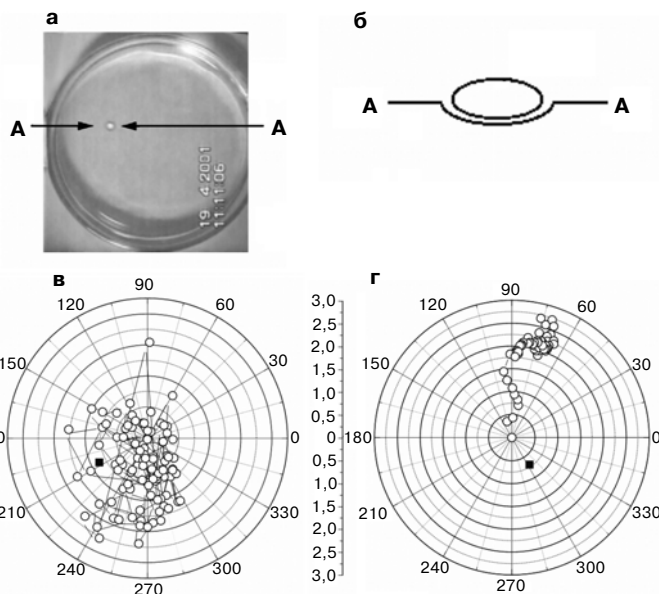
турные градиенты, то для фазовых переходов (таяния льда, образования облаков) изменения температуры и затраты энергии резко возрастают. Энергетический буфер планеты — это гидросфера Земли, ее океаны, моря и реки. Они, как кровь в организме, сглаживают температурные изменения, уменьшают за счет течений, испарения или замерзания воды сезонные и суточные перепады температур в диапазоне времен 10^4 – 10^8 с и более.

Сито, на котором задержалась часть нашей истории

Еще один важный физико-химический аспект свойств воды, проявившийся на очень большом интервале времени, порядка 10^{18} с (3,5 млрд. лет), почти не обсуждался в научной литературе, хотя его следствия важны для понимания механизмов зарождения жизни на нашей планете и биологической эволюции.

Ныне существующие живые организмы наряду с водой (кислородом и водородом) содержат внутри себя еще до 25 из 83 долгоживущих элементов таблицы Менделеева. При этом 14 из них аккумулярованы в количествах, не превышающих 0,01% общей массы организма. Лидеры среди элементов, составляющих 99% массы живого, — водород, кислород, углерод и азот. В неживой природе содержится несколько десятков элементов-«изгоев», которые в живых системах не используются (или почти не используются). К числу таких изгоев принадлежат, например, соединения фтора. Почему появились классы элементов-лидеров и элементов-изгоев?

Движение небольшой капли перфтордекалина $C_{10}F_{18}$ по поверхности воды:
а) фотография капли на поверхности воды, налитой в чашку Петри;
б) схема поперечного сечения капли по линии AA';
в) траектория быстрого движения капли на поверхности воды (0,75–1 мм/с), когда вода насыщена газами воздуха;
г) траектория медленного движения капли (0,1 мм/с) в обедненной газами воздуха воде (положение капли регистрируется каждые 3 с)



Время, с	Шкала времени
10^{-15}	Изменение структур $(\text{H}_2\text{O})_n$
10^{-12} – 10^{-13}	Усреднение для обнаружения кластеров $(\text{H}_2\text{O})_n$
10^{-1} – 10^4	Образование ячеек при конвекции
10^0	Сокращения сердца (пульс)
10^0 – 10^2	Температурная водная регуляция внутри организма человека
$6 \cdot 10^1$	Минута
10^2 – 10^3	Изменения конвективных структур в воде при температуре порядка 20°C.
$3,6 \cdot 10^3$	Час
$8,64 \cdot 10^4$	Сутки
10^3 – 10^4	Адаптация человека при изменении внешних условий
10^6	Обновление воды в организме человека
$2,6 \cdot 10^6$	Месяц
$3,15 \cdot 10^7$	Год
$2,2 \cdot 10^9$	Человеческая жизнь
10^{15}	Появление человека
10^{18}	Возраст Земли и возникновение жизни



ЦИКЛ ВОДЫ

Другими словами, соединения С и Si ведут себя по-разному в водном окружении.

Также отличается сродство к воде соединений углерода с водородом и с фтором, поскольку перфторуглеродные молекулы устроены своеобразно: они покрыты «шубой» из атомов фтора, все связи которых ковалентно замыкаются на находящиеся внутри атомах углерода. Такие перфторуглеродные молекулы сильно гидрофобны, они отталкиваются от воды; их небольшие капли могут двигаться по поверхности воды, толкаемые пузырьками выходящего из нее газа. Полная несмачиваемость водой таких соединений, по-видимому, и стала причиной зачисления фтора в класс «изгоев».

На начальном этапе биологической эволюции вода отбирала строительный материал для создания жизни, а затем сохраняла свои находки, сглаживая природные температурные катаклизмы. Суша по сравнению с океаном в большей степени была подвержена резким повышениям или понижениям температуры, что ускоряло эволюционный отбор. В результате животный и растительный мир суши обновился почти полностью. Моря и океаны сохранили многие виды живых организмов еще с юрского периода. Океан — это кладовая истории пополнения генофонда.

Итак, вода, как многоликий Янус, на разных временных шкалах выступала и выступает в разных обликах своих свойств и функций. Она кажется почти одушевленным объектом. Разнообразие движения воды — водовороты, водопады, волны и конвективные ячейки — продолжает пленять и восхищать не только ученых, но и поэтов, и художников. Для исследователей же она служит тем звеном, которое и сегодня позволяет объединить фрагменты природы в единое целое.

Что еще можно почитать об этом

Иваницкий Г.Р. и др. Структуры на поверхности воды, наблюдаемые с помощью инфракрасной техники. *Успехи физических наук.* 2005, т. 175, №11.

Напрашивается простой, но неполный ответ: живое на нашей планете эволюционно формировалось из того, что было «под рукой» в большом количестве. Казалось бы, что действительно все лидеры — Н, О, N и С — весьма распространенные химические элементы, при этом физико-химической основой важнейших соединений живой природы служит углерод. Однако его ближайший сосед в таблице Менделеева, кремний, намного более распространен в земной коре. У него также есть способность присоединять четыре электрона и образовывать ковалентные связи. Таким образом, гипотеза об использовании химических элементов для биологической эволюции только по критерию их распространенности подтверждается лишь частично.

В середине XX века некоторые ученые попытались объяснить выбор углерода стабильностью его связей: длина связей С—С равна 1,54 А, что значительно меньше связи Si—Si (2,34 А), а энергия связи атомов углерода составляет 80–83 ккал/моль, против 42,2 ккал/моль у кремния. Конечно, для длинных цепей биологических полимеров, таких, как ДНК, РНК или белки, такое различие энергий дает преимущество углероду. Однако по показателю стабильности водород при присоединении его к углероду не должен был выиграть в конкуренции, например, с фтором. Энергия связи С—F — 120 ккал/моль, энергия связи С—Н — 99 ккал/моль. Кроме того, длины связей F и H с углеродом соизмеримы: 1,39 А и 1,09 А соответственно. Молекулы перфторуглеродов почти так же компактны, как молекулы углеводородов, но более жестки.

Противоречия легко устраняются, если предположить, что сначала на нашей планете появилась вода с растворенными в ней окисями некоторых металлов. Этот раствор стал основным фильтром дальнейшего отбора и определил последующие этапы «выбора» химических элементов для синтеза живого и его эволюционного усложнения.

Каковы были запасы воды на заре биологической эволюции? На этот вопрос ответить трудно. Сейчас в земной коре и литосфере, по разным оценкам, находится от 1 до 1,3 млрд. км³ воды. Гидросфера планеты в целом составляет 1,4–1,5 млрд. км³ воды. Возвращаясь к анализу физико-химической основы биологической эволюции, следует отметить прежде всего специфику взаимодействия соединений различных элементов с водой.

С одной стороны, кремний соединен с атомами кислорода связями, которые оставляют два неспаренных электрона кремния и по одному у каждого атома кислорода, что, возможно, было бы хорошо для эволюции, поскольку вызывает процесс суперполимеризации и обуславливает умеренную растворимость в воде таких соединений. Но с другой стороны, сами цепи кремния Si—Si неустойчивы в присутствии H₂O и чувствительны к молекулам малого размера, имеющим неподеленные пары электронов. Например, углеводородное соединение — метан (CH₄) — устойчиво к воде и гидроокиси натрия, а кремневодородный аналог силан (SiH₄), напротив, вступает с ней в реакцию, образуя силикат натрия и газообразный водород (SiH₄+2NaOH+H₂O→Na₂SiO₃+4H₂).



Фотографии: Александр Лукин

ХИМИЯ: искусство, наука, забава

Министр образования и науки РФ А.А.Фурсенко и декан Химического факультета МГУ академик В.В.Лунин озадачены. И есть чем. Этим летом, в июле, Россия принимает тридцать девятую Всемирную олимпиаду школьников по химии. Она будет проходить в Москве, в МГУ им. М.В.Ломоносова под лозунгом «Химия: искусство, наука, забава». На плечи председателя оргкомитета А.А.Фурсенко и его правой руки В.В.Лунина ложатся большая ответственность и много забот. Ведь надо принять 550 человек из более чем 70 стран. По правилам Всемирной олимпиады детей вместе с гидами надо поселить в отеле категории не меньше четырех звезд. Пойдите найдите такую гостиницу в Москве, которая сразу возьмет около четырехсот гостей. Тренеры команд должны жить отдельно, в другом отеле категории пять звезд. Надо обеспечить культурную программу, транспорт, питание, а здесь тоже множество нюансов... Одним словом, забот и расходов выше головы. Но команда организаторов, безусловно, справится. Валерий Васильевич Лунин – опытный боец. Он уже проводил Всемирную олимпиаду по химии в Москве в куда более сложные времена – в 1996 году. И все получилось.

Впрочем, для нас с вами интереснее не оргвопросы, это лишь дело техники, а содержание олимпиады. Олимпиада включает два тура – теоретический и экспериментальный. Задачи туров должны быть интересными, чтобы их хотелось решать. Они должны отражать историю и традицию науки той





Членам Оргкомитета, закаленным бойцам олимпийского движения (академику В.В.Лунину и главному редактору журнала «Химия и жизнь» Л.Н.Стрельниковой) есть что вспомнить хорошего

страны, которая принимает олимпиаду. Весной, перед олимпиадой, принимающая сторона публикует на английском языке так называемые тренировочные задачи для будущих участников. Разумеется, решения и ответы эти задачи не содержат, но они подсказывают будущим олимпиадкам тот уровень сложности и те области химии, которые будут представлены в олимпийских задачах.

Профессор Химического факультета МГУ Вадим Еременко уже несколько лет тренирует российскую олимпийскую сборную юных химиков и хорошо знает, что представляют собой задачи Всемирной олимпиады по химии. «Во-первых, они довольно длинные, так как включают вопросы самых разных уровней – от тривиальных до изощренных. Структура задач обычно напоминает «дерево», где основная идея играет роль ствола, а вопросы напоминают ветки, которые держатся на этом стволе.

Во-вторых, задачи должны быть, по возможности, междисциплинарными: например, часть вопросов может быть по неорганической химии, другая – по физической, третья требует элементарных знаний из органической химии. Всегда бывает интересно, когда на одну и ту же проблему удастся взглянуть с разных сторон: скажем, кроме структурных превращений рассмотреть энергетические или временные аспекты реакции. (Не случайно в большинстве современных статей число авторов не меньше четырех – каждый отвечает за свой аспект рассматриваемой научной проблемы)».

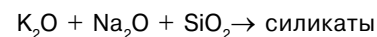
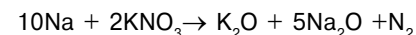
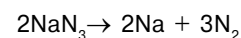


ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

А теперь мы предлагаем вам попробовать на зуб несколько олимпийских тренировочных задач прошлого и нынешнего года. В прошлогодних задачах приведены численные ответы, в задачах этого года – нет.

Химия подушек безопасности

Обычная химическая реакция может защитить людей от серьезных травм. Примером может служить быстрое выделение больших количеств газа при срабатывании автомобильной подушки безопасности:



(«стекло»)

1. Изобразите льюисовские структуры азид-иона и молекулы азота.

2. Сколько граммов азидата натрия и нитрата калия потребуется для выделения азота, заполняющего подушку безопасности объемом 15 л при 50°C и 1,25 атм?

(Ответ: 28,7 г NaN_3 , 40,4 г KNO_3)

3. Напишите уравнения реакций разложения нитроглицерина и азидов свинца, используемых как взрывчатые вещества. В чем сходны реакции разложения азидов натрия, нитроглицерина и азидов свинца?

4. Напишите уравнение обменной реакции между азидом натрия и серной кислотой.

5. Сколько граммов азидоводородной кислоты можно получить из 60 г азидов натрия и 100 мл 3 М серной кислоты?

(Ответ: 26 г)

Уравнение идеального газа и ядро Солнца

Жизнь на Земле возможна благодаря энергии Солнца, которая выделяется при термоядерном сгорании водорода. Ядро Солнца на 36% по массе состоит из водорода (^1H) и на 64% из гелия (^4He). В ядре Солнца при высоких температуре и давлении атомы теряют электроны, что позволяет ядрам сближаться на расстояния, меньшие радиуса атома. Такое ионизированное состояние называют плазмой. В ядре Солнца плотность вещества равна 158 г/см^3 , а давление $2,5 \cdot 10^{11} \text{ атм}$.

1. Рассчитайте общее число молей протонов, ядер гелия и электронов в 1 см^3 солнечного ядра.

(Ответ: 189 моль/см^3)

2. Рассчитайте долю пространства, занятого частицами вещества: а) в газообразном водороде при 300 К и 1 атм; б) в жидком водороде; в) в плазме ядра Солнца. Плотность жидкого водорода $0,09 \text{ г/см}^3$. Радиус ядра можно оценить по формуле $r = (1,4 \cdot 10^{-13}$

$\text{см}) \cdot (\text{массовое число})^{1/3}$. Примите, что объем молекулы водорода в два раза превышает объем атома, который является сферой радиуса $0,53 \cdot 10^{-8} \text{ см}$ (боровский радиус). Ответ дайте с одной значащей цифрой.

(Ответ: а) 0,003%; б) 3%;

в) $1 \cdot 10^{-10}\%$)

3. Используя уравнение идеального газа, оцените температуру в ядре Солнца и сравните с температурой, необходимой для термоядерного синтеза гелия из водорода ($1,5 \cdot 10^7 \text{ К}$).

(Ответ: $1,6 \cdot 10^7 \text{ К}$)

Открытие благородных газов

Молекулы состоят из атомов, объединенных химической связью. Несмотря на то что в XIX веке люди уже знали о валентности элементов, причины и принципы образования химической связи были объяснены намного позже. Открытие благородных газов, обладающих практически нулевой химической активностью, способствовало пониманию химической активности остальных элементов.

В 1882 году Дж. Рэлей решил уточнить плотности газов, для проверки гипотезы Праута.

1. В чем заключается гипотеза Праута? На каких предположениях она основана?

(Ответ: гипотеза Праута (1816): все элементы состоят из водорода)

Для приготовления чистого азота Рэлей использовал метод, разработанный Рамзаем. Воздух продувался через жидкий аммиак, а затем проходил через трубку с раскаленной докрасна медью, где

происходила реакция между кислородом и аммиаком. Избыток аммиака и вода удалялись пропусканием через серную кислоту. Медь служит индикатором. Если она не темнеет, значит, аммиак полностью восстановил кислород.

2. Напишите уравнение восстановления кислорода аммиаком. Укажите азот воздуха и аргон в уравнении (воздух содержит 78 об. % азота, 21% кислорода и 1% аргона).

3. Рассчитайте молекулярную массу «азота», который получается описанным выше способом. Учтите, что этот газ содержал аргон (о чем Рэлей не знал). Атомные массы азота и аргона равны 14,0067 и 39,948 соответственно.

(Ответ: 28,142)

Рэлей также получал азот, непосредственно пропуская воздух через раскаленную медь.

4. Напишите уравнение восстановления кислорода воздуха медью с учетом аргона и азота.

5. Рассчитайте молекулярную массу «азота», полученного этим способом.

(Ответ: 28,164)

6. К удивлению Рэля, плотности полученных газов отличались на тысячную долю — величину небольшую, но воспроизводимую. Проверьте это, сравнив результаты пп. 3 и 5.

7. Для анализа этого результата Рэлей поставил третий опыт, окисляя аммиак чистым кислородом. Как изменился результат?

8. Азот и кислород могут быть одновременно удалены из воздуха путем реакции с раскаленным магнием. Таким методом был

впервые получен новый газ, занимающий около 1% объема воздуха. Его плотность примерно в (?) раз больше плотности воздуха.

(Ответ: 1,4)

9. Газ, выделенный из воздуха, давал неизвестный ранее линейчатый спектр. Самым удивительным свойством этого вещества было отношение теплоемкостей (C_p/C_V), имевшее наибольшее возможное значение 5/3. Это означало, что единственный вид движения в этом веществе – (выберите из предложенного: электронный, колебательный, вращательный, поступательный). Поэтому был сделан вывод, что аргон – одноатомный газ.

(Ответ: поступательный)

10. Рассчитайте массу аргона, содержащегося в воздухе в помещении размером $10 \cdot 10 \cdot 10$ м при нормальных условиях.

(Ответ: 18 кг)

В 1894 г. Рэлей и Рамзай объявили об открытии. За этим последовали открытия остальных благородных газов (He, Ne, Kr, Xe) и Периодическая таблица была дополнена новой группой элементов. В 1904 г. Рэлей и Рамзай получили Нобелевские премии по физике и химии соответственно.

11. Названия элементов имеют греческое или латинское происхождение и отражают их свойства или историю открытия. Сопоставьте каждому элементу перевод его названия.

гелий	новый
неон	странный
аргон	ленивый
криптон	спрятанный
ксенон	солнечный

(Ответ: He – солнечный, Ne – новый, Ar – ленивый, Kr – спрятанный, Xe – странный).

Человеческое тело

Человеческое тело состоит из клеток, которые в свою очередь состоят из атомов. Две трети массы человека, и соответственно клеток, приходится на воду.

1. Человеческое тело массой 60 кг состоит из $10^{(?)}$ атомов. Определите среднюю атомную массу для трех атомов, составляющих молекулу воды. Также определите среднюю атомную массу для элементов, составляющих белки, жиры и углеводы.

(Ответ: 10^{28} ; H_2O – 6; углеводы – 7)

2. Человеческое тело состоит из 100 триллионов, то есть 10^{14} , клеток. Оцените размер одной клетки, приняв, что все клетки одинаковы и имеют форму куба.

(Ответ: $8 \cdot 10^{-6}$ м)

3. Приняв, что все атомы в клетке распределены равномерно, рассчитайте среднее расстояние между ядрами атомов в клетке.

(Ответ: $2 \cdot 10^{-10}$ м)

4. Оцените расстояние между центрами масс молекул воды в чистой воде.

(Ответ: $3 \cdot 10^{-10}$ м)

5. Оцените среднее расстояние между двумя ядрами атомов в чи-

стой воде. Сравните результат с ответами на вопросы 3 и 4.

(Ответ: $2 \cdot 10^{-10}$ м)

Да или нет?

1. Водород – наиболее распространенный элемент в ядре Солнца.

2. Водород – единственный элемент, ядро которого может быть устойчивым без нейтрона. У остальных элементов наличие нейтронов – обязательное требование для устойчивости ядра.

3. Число нейтронов в тяжелых ядрах превышает число протонов, потому что электростатическое отталкивание между протонами является дальнодействующим, а сильное взаимодействие между нуклонами – короткодействующим.

4. Гелий занимает второе место по распространенности во Вселенной. Мольное отношение ядер водорода (протонов) к ядрам гелия (α -частицам) равно 3:1.

5. Первый гелий во Вселенной образовался внутри первой звезды.

6. Масса α -частицы равна удвоенной сумме масс протона и нейтрона.

7. Во Вселенной нейтральные атомы образовались до рождения первой звезды.

8. Аргон был открыт раньше, чем правило октета.

9. Открытие Менделеевым периодического закона предшествова-



ло открытию аргона.

10. Открытие протона предшествовало открытию электрона.

11. Энергия ионизации атома водорода больше энергии связи в молекуле водорода.

12. Энтальпия образования $\text{CO}_2(\text{г})$ примерно в два раза больше энтальпии образования $\text{H}_2\text{O}(\text{г})$ потому, что в молекуле углекислого газа два электроотрицательных атома кислорода, а в воде – только один.

(Ответ: истинно – 2, 3, 7, 8, 9, 11)

Наночастицы и нанофазы

В последние годы в области нанохимии было сделано немало удивительных открытий, и исследованию наноматериалов было посвящено большое количество работ. Одностенные нанотрубки (ОСНТ) являются наиболее известным примером таких материалов. Такая трубка может быть представлена как слой графита, без шва свернутый в трубку ($d = 1,5 \text{ нм}$). Эти цилиндрические углеродные «молекулы» в будущем могут быть использованы как компоненты электронных устройств молекулярных размеров.

Свойства наноматериалов существенно зависят от формы и размера молекул.

Давление насыщенного пара над малой сферической частицей (жидкости или кристалла) выше, чем над макрофазой, образованной тем же самым веществом. В равновесии молярные функции Гиббса конденсированной фазы ($G_{\text{конд}}$) и пара ($G_{\text{пар}}$) равны. Уравнение (1) позволяет рассчитать давление насыщенного пара, на-

ходящегося в равновесии с конденсированной фазой

$$G_{\text{конд}} = G_{\text{пар}} = G_{\text{пар}}^{\circ} + RT \ln p, \quad (1)$$

где $G_{\text{пар}}^{\circ}$ есть стандартная молярная энергия Гиббса насыщенного пара при стандартном давлении $p = 1 \text{ бар}$.

Вещество, заключенное внутри малого сферического объема, находится под повышенным давлением, обусловленным поверхностным натяжением:

$\Delta P_{\text{пов}} = 2\sigma/r$, где r – радиус сферического образца, σ – поверхностное натяжение на границе раздела «конденсированная фаза – пар». Увеличение внутреннего давления приводит к изменению молярной энергии Гиббса вещества в сферическом образце. Эта молярная энергия Гиббса $G_{\text{сф}}^*$ больше, чем молярная энергия Гиббса в макрофазе $G_{\text{конд}}$. Разница молярных энергий Гиббса равна $\Delta P_{\text{пов}} V$:

$$G_{\text{сф}}^* = G_{\text{конд}} + \Delta P_{\text{пов}} V = G_{\text{конд}} + 2\sigma V/r,$$

где V – молярный объем вещества в конденсированном состоянии. Из уравнения (1) следует

$$G_{\text{сф}}^* = G_{\text{конд}} + 2\sigma V/r = G_{\text{пар}} = G_{\text{пар}}^{\circ} + RT \ln p^*,$$

где p^* – давление насыщенного пара над сферическим образцом радиуса r .

1. Давление насыщенного водяного пара при 298К равно $3,15 \cdot 10^{-2} \text{ бар}$. Рассчитайте давление насыщенного водяного пара над сферическими каплями воды радиусом: а) 1 мкм, б) 1 нм. Поверхностное натяжение воды на границе раздела «вода – насыщенный пар» равно $0,072 \text{ Дж/м}^2$.

Примем, что фаза является макрофазой, если давления насыщенного пара над этой фазой и мак-

рофазой отличаются не более чем на 1%. Рассчитайте минимальный радиус капли воды, при котором ее еще можно считать макрофазой. Сколько молекул содержится в такой капле?

2. Несколько капель ртути были помещены внутрь ОСНТ, температура которой поддерживается равной 400К. Каково минимальное давление паров ртути внутри нанотрубки? При указанной температуре давление насыщенного пара ртути над макрофазой равно $1,38 \cdot 10^{-3} \text{ бар}$, плотность ртути $\rho(\text{Hg}) = 13,5 \text{ г/см}^3$, поверхностное натяжение на границе ртуть – насыщенный пар равно $0,484 \text{ Дж/м}^2$.

3. Температура кипения бензола при стандартном давлении $T_b = 353,3\text{К}$. Температурная зависимость давления насыщенного пара бензола вблизи температуры кипения дается выражением

$$\ln p(T) = -\frac{\Delta H_{\text{исп}}}{RT} + \text{const}$$

где $\Delta H_{\text{исп}} = 30720 \text{ Дж/моль}$ – энтальпия испарения бензола. Рассчитайте температуру кипения бензола, находящегося в виде каплей радиусом 50 нм, при стандартном атмосферном давлении. Поверхностное натяжение бензола $0,029 \text{ Дж/м}^2$, плотность $0,890 \text{ г/см}^3$.

4. Таким образом, свойства макрофазы и нанофазы, образованных одним и тем же веществом А, существенно различаются. Какие из приведенных величин будут уменьшаться при переходе от макро- к нанофазе?

1) растворимость А в любом растворителе;

2) температура кипения А при атмосферном давлении;



3) давление насыщенного пара А над кристаллом;

4) константа равновесия реакции, в которой А является реагентом;

5) константа равновесия реакции, в которой А является продуктом.

Дмитрий Иванович Менделеев – что кроме Периодического закона?

Русский химик Д.И. Менделеев известен благодаря своей периодической таблице элементов. Это открытие принесло ему всемирную известность. Однако ему принадлежат и другие, тоже весьма интересные, исследования. Ниже мы обсудим два из них.

1. Менделеев первым высказал мысль о том, что каждому веществу соответствует определенная

«температура абсолютного кипения», выше которой «вещество останется газом независимо от того, насколько велико приложенное давление». Согласно Менделееву, «температура абсолютного кипения воды» равна 543°C.

а) Что такое «температура абсолютного кипения»?

б) Укажите температуру абсолютного кипения воды на ее фазовой диаграмме $P-T$.

в) Рассчитайте температуру абсолютного кипения воды с помощью уравнения Ван-дер-Ваальса:

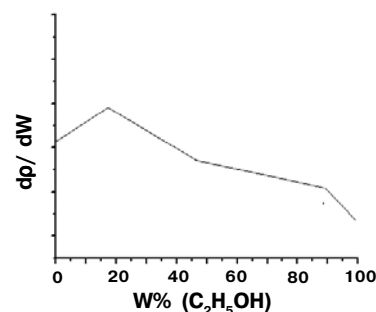
$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

для воды $a = 5,464 \text{ л}^2 \cdot \text{атм} \cdot \text{моль}^{-2}$,
 $b = 0,03049 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1}$.

2. В России многие считают, что Менделеев изобрел рецепт широко известного напитка – «русской

водки». У нас есть возможность проверить эту легенду.

Действительно, диссертация Менделеева была посвящена исследованию некоторых свойств бинарной системы «этанол–вода». Он измерял плотность ρ растворов разного состава W , где $W(\%)$ – массовое содержание этанола в смеси. На рисунке представлена зависимость производной dp/dW от W .



Интересно, что кривая трижды меняет наклон. По Менделееву, точки, в которых кривая меняет наклон, соответствуют трем слабосвязанным химическим соединениям, «гидратам этанола».

а) Приведите химические формулы «гидратов этанола».

б) Соответствует ли состав хотя бы одного из «гидратов этанола» водке (40 объемных процентов спирта)? Плотность этанола $0,794 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$. Принимал ли участие Менделеев в «открытии русской водки»?

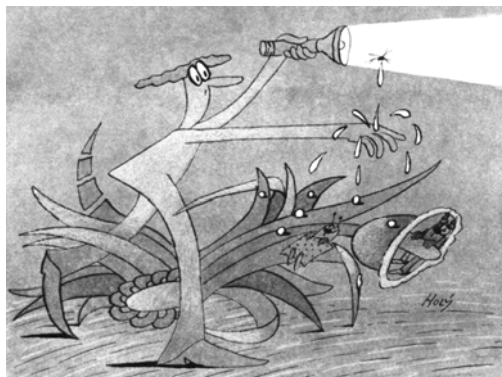
**Материал подготовила
Л.Н.Стрельникова**



цитология

Светящиеся метки для стволовой клетки

Ученые из Харькова разработали метод, с помощью которого можно увидеть, как работают стволовые клетки при клеточной терапии (cryo@online.kharkov.ua, senator@isc.kharkov.com).



У специалистов до сих пор нет ответов на многие вопросы о том, как взаимодействуют стволовые клетки с организмом. Какие именно клетки более эффективны при лечении? Всегда ли они попадают точно по адресу, то есть в очаг болезненных изменений? Если да, то приступают ли к ремонту повреждения или погибают? Без точного знания о происходящих процессах трудно говорить о широком применении клеточно-тканевой терапии в практике здравоохранения. Харьковские специалисты из НТК «Институт монокристаллов» НАНУ и Института проблем криобиологии и криомедицины НАНУ разработали метод, с помощью которого впервые оказалось возможным воочию увидеть, как работают целебные клетки после их введения в живой организм.

Ученым удалось создать и нанести на внешние мембраны клеток, а также на митохондрии внутри них особые метки, которые люминесцентным свечением не только сигнализируют о местоположении своих хозяев, но и рассказывают об их состоянии.

Внешне эксперименты выглядят просто. В пробирку со стволовыми клетками, взятыми у лабораторной крысы, добавили метки-люминофоры. Они способны «сесть» на живые клетки, зафиксироваться на их поверхности и при определенных условиях начать светиться зеленым светом, как микроскопические люминесцентные лампочки. Потом у этой же крысы смоделировали инсульт, ввели ей меченые клетки в хвостовую вену и стали ждать результатов. Когда через десять дней ученые исследовали срез мозга животного под люминесцентным микро-

скопом, они увидели впечатляющую картину. Большая часть меченых клеток не только собралась в нужном месте — точно в очаге повреждения, но и начала активно делиться, восстанавливая и залечивая тем самым пораженную ткань мозга. Благодаря нанолюминофорам все это можно увидеть с помощью флуоресцентного микроскопа и запечатлеть на фото.

Возможно, говорят ученые, в очаге поражения появляются некие вещества, которые призывают на помощь клетки именно той разновидности, которые нужны для восстановления пораженной ткани. Дело, однако, не только в том, чтобы клетки дошли до места назначения. Важно понять, в каком состоянии они дошли, смогли ли там остаться, адаптироваться и начать действовать. По-видимому, случаи, когда клеточная терапия не оказывает ожидаемого лечебного действия, объясняются тем, что клетки по какой-то причине осели в другом месте или не начали делиться. Однако даже после гибели клеток содержащиеся в них биологически активные вещества могут оказывать благоприятное действие на окружающие ткани организма.

Специалисты НТК «Институт монокристаллов» разработали различные технологии получения органических и неорганических нанолюминофоров, в основе которых лежит эффект самоорганизации молекул. Нанолюминофоры (а это могут быть кристаллы, полимерные сферы, цилиндры или трубки) производят в небольших объемах, и при обычном освещении они выглядят как мельчайшая белая пудра. Все метки, которые харьковчане используют в экспериментах с клетками, практически

нейтральны для живого организма. К тому же их нужно очень мало: количество наночастиц, необходимое, чтобы окрасить популяцию клеток объемом один кубический сантиметр, не видно невооруженным глазом.

Способность к люминесценции и взаимодействию с биологическими системами делает нанолюминофоры важным инструментом исследования в микробиологии и медицине. Ученые НТК «Институт монокристаллов» сотрудничают и с другими академическими институтами и университетами, в которых исследуют взаимодействия нанолюминофоров с клетками разных видов, в том числе опухолевыми, а также с отдельными клеточными структурами, ДНК и РНК.

геронтология

О старости, смерти и эволюции

Очередную версию оригинальной гипотезы эволюционного возникновения старения предложил сотрудник Института биологии внутренних вод имени И.Д.Папанина РАН А.В.Макрушин и опубликовал ее в журнале «Успехи геронтологии» (2006, выпуск 19). Согласно этой гипотезе многоклеточные животные изначально обладали физическим бессмертием, но утратили это свойство в ходе эволюции (makru@ibiv.yaroslavl.ru).

Первые многоклеточные животные имели модульную структуру, то есть состояли из нескольких одинаковых особей, объединенных в колонию. Возникла такая колония благодаря почкованию. Например, из тела одной губки на дне водоема вырастала другая, потом еще и еще, и вот уже на месте одной губки появляется колония совершенно одинаковых существ. Колония губок неподвижна — если вокруг нее изменится окружающая среда, уйти она не сможет, но в ее силах изменить форму. Это происходит таким образом: одни члены колонии рождаются, другие атрофируются, или, как говорят ученые, претерпевают инволюцию. Сигналом к инволюции одних членов служит образование других. Растущие члены колонии ис-



пользуют в качестве строительного материала вещества, освободившиеся после атрофии старых членов. Поскольку все модули колонии генетически одинаковы, гибель некоторой их части не наносит урона генофонду. Поэтому этот древний механизм отмирания служил исключительно для смены формы колонии и не способствовал эволюции модульных организмов.

В ходе эволюции животные, размножаясь бесполом путем, стали полностью отделяться друг от друга. Многие многощетинковые черви могут размножаться делением или даже почкованием, но каждый дочерний организм уже живет отдельно. Однако и при таком способе размножения почкование потомков по-прежнему вызывает инволюцию родительских тканей. Разница в том, что родительский организм при этом умирает, так что, по мнению А.В.Макрушина, это уже можно считать старением. Однако такое старение еще не влияет на эволюцию, потому что генотип умерших от старости родителей продолжает существовать в их потомках.

Но многоклеточные животные продолжали эволюционировать и окончательно покончили с почкованием. Каждый их потомок, за исключением одноклеточных близнецов, обладает уникальным генотипом, и гибель особи — невосполнимая генетическая потеря. И механизм старческой инволюции тканей, который сохранили эти продвинутые существа, приводил теперь не только к смерти одной особи, но и к изменению генофонда целого вида. Так старение стало влиять на эволюцию вида.

Все многоклеточные животные — потомки модульных организмов, от которых они унаследовали способность к старческой инволюции тканей. Это универсальный и очень древний механизм старения. Возможно, он возникал несколько раз у разных групп модульных многоклеточных. А.В.Макрушин приводит и другие примеры, где, с его точки зрения, старение происходит по

иным механизмам. Например, некоторые виды гидр умирают естественной смертью, завершив размножение, а некоторые взрослые насекомые погибают от голода, потому что у них недоразвиты ротовые органы. Срок их жизни определен запасами жира, накопленного во время личиночного существования. Но первичный механизм старения многоклеточных — это старческая атрофия тканей. Он достался нам в наследство от предков — колониальных животных, которые таким способом всего-навсего меняли форму «тела». А теперь он принимает участие в эволюции, да к тому же за древностью лет намертво впечатался в нашу программу развития, и нет никакой надежды удалить его оттуда. Придется стареть.

психология

Немцы и русские В ГОСТЯХ



Считается, что традиции гостеприимства в России развиты намного сильнее, чем в прочих странах. Но объективный анализ показывает, что это не совсем так. Психологи из Института этнологии и антропологии РАН и Института туризма и гостеприимства сравнили эти традиции у русских и у немцев. И получили неожиданные результаты.

Исторически в культурах этих двух народов сформировались во многом сходные традиции приема гостей. И у немцев, и у русских было немало праздников — семейных, религиозных, общественных, и каждый из них служил поводом для приглашения гостей. Праздники включали широкое застолье с большим количеством участников. Ко всем праздникам готовились заранее: тщательно убирались, стряпали праздничные блюда, выбирали одежду.

Вместе с тем в традициях гостеприимства двух народов есть и различия. Так, немцы придают особое значение активному участию детей во всех торжествах. Русские же раньше брали детей в гости крайне редко. Немецкие праздники более ритуальны: почти все предполагают определенное меню и строгую последовательность блюд. У русских это касается лишь немногих празднеств. Если в немецкой культуре гость всегда званый, то у русских иног-

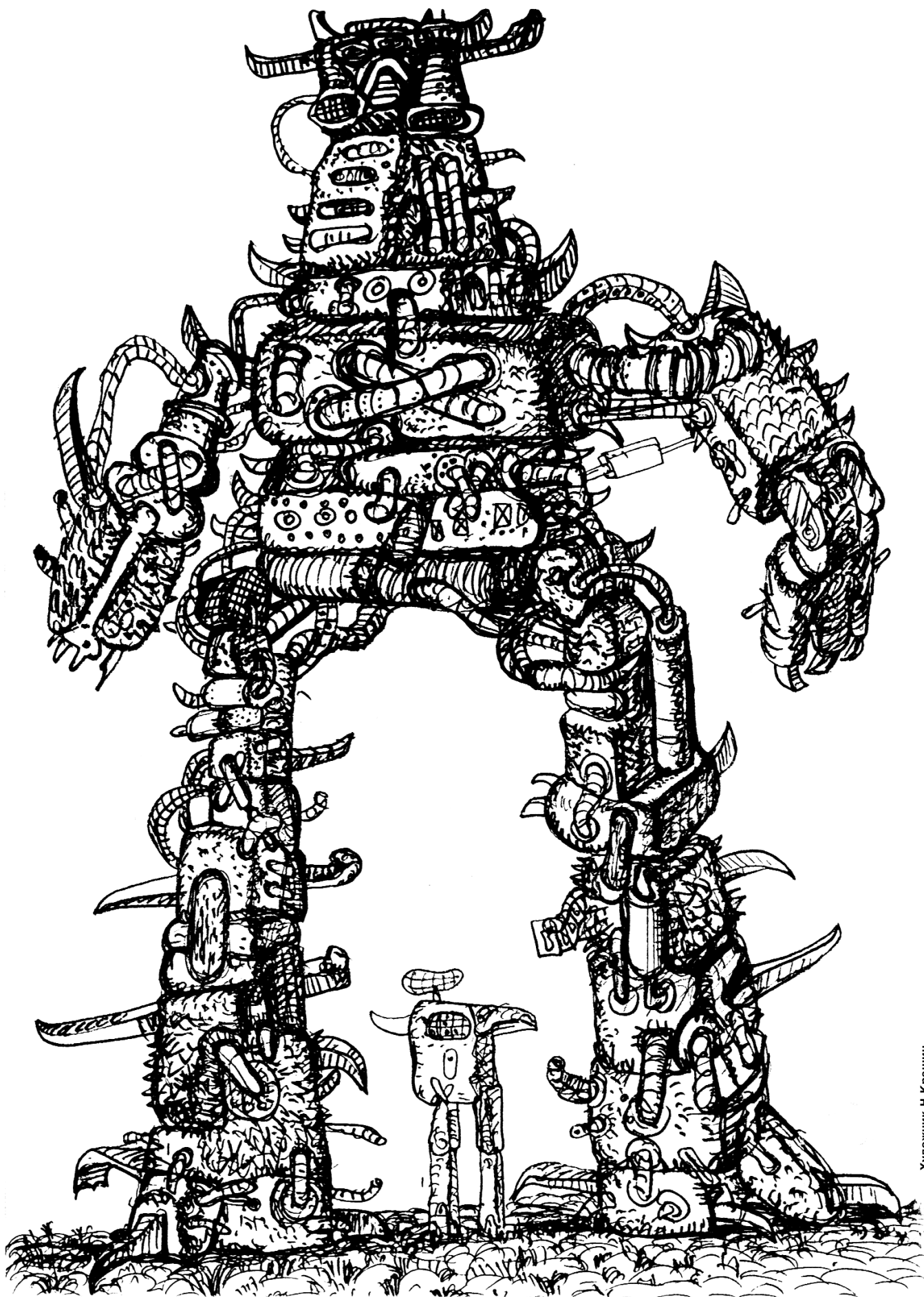
да можно приходить в гости и без приглашения. Приходить в гости вовремя у нас считается чуть ли не дурным тоном — полагается немного опоздать. У немцев, как и следовало ожидать, опаздывать не принято. Вообще русским свойственна спонтанность, в то время как у немцев во всем присутствует организованность, четкость и своевременность. В то время как у русских всегда было принято преподносить хозяевам небольшие подарки, у немцев этой традиции не существовало.

А как обстоит дело с гостеприимством сегодня? Психологи вовлекли в исследование 246 русских из Москвы, Челябинска, Магнитогорска, станции Узловая Тульской области и 116 немцев — жителей Берлина и Эберсберга. Специально для данного исследования психологи разработали опросник, который включал вопросы для хозяев и гостей.

Так вот, оказалось, что сегодня русские ходят в гости и приглашают гостей значительно реже, чем немцы. В немецкой культуре по-прежнему не принято опаздывать, но ранний визит гостей здесь также не приветствуется. Русские же относятся к опозданию вполне терпимо. Специфика русского гостеприимства подразумевает хлебосольство и солидную продолжительность застолья, тогда как немцы главным считают непринужденную атмосферу. Немцы связывают посещение гостей с возможностью поделиться своими достижениями, с беседами о семье. Разговоры об экономике и политике чрезвычайно редки, поскольку не соответствуют общей атмосфере гостеприимства. Для русских большее значение, чем для немцев, имеет подарок, причем внимание уделяется стоимости преподнесенного подарка: чем она выше, тем выше значимость хозяина для гостя. Если в России порой важным гостям уделяют повышенное внимание (и остальные гости относятся к этому с пониманием), то в Германии гостеприимство предполагает полное равноправие.

Но, несмотря на все эти различия, проистекающие из различий в менталитете и в культуре обеих стран, сама ситуация гостеприимства преодолевает все культурные барьеры. По мнению авторов исследования, это главное.





Кощей — прогрессор

А.В.Астрин



УЧЕНЫЕ ДОСУГИ

У стороннего наблюдателя вполне может сложиться ощущение, что фигура Кощея Бессмертного после многовекового пребывания исключительно в пространстве детских сказок начинает каким-то непостижимым образом перемещаться в реальность. Только в журнале «Химия и жизнь» его дважды упоминали за неполный год: сначала вышла большая статья про кощное царство, затем рассказ о его любовных делах. Уже под зиму 2006 года пришло сообщение о том, что в Тверской области создан музей Кощея.

Исторические сведения о личности этого персонажа противоречивы: от того, что он был эдаким героем-любовником, до того, что Кощеем был не кто иной, как король остготов Германрих, который за сто с лишним лет жизни успел попутать не одно поколение славян. В связи с этим возникает настоятельная необходимость восстановить историческую справедливость и разобраться, кто он такой — Кощей Бессмертный и где его царство. Не надо долго рассуждать, достаточно внимательно и беспристрастно прочитать сказки. И тогда станет ясно, что это царство — будущее, а сам Кощей — его символ.

Как ни странно, этот персонаж, ставший главным антигероем русских сказок, в общем-то ни в чем особо криминальном замечен не был. Да, женщин он похищал, но никого не убивал и селения не разорял, в отличие от того же Змея Горыныча. Интерес гостя из будущего к женщинам понятен, ведь женщины — лучший медиатор, лучший посредник между расами и культурами.

Именно такая кража происходит в сказке «Кощей Бессмертный». Три сына царя были на возрасте, как вдруг Кощей унес их мать. (Мать не упоминается ни в качестве супруги, ни в качестве царицы. Просто — мать.) Судя по возрасту детей, по-

жилую женщину. На поиски отправляются сыновья. Двое. Обычные незатейливые мужики попадают в сложное положение: находят некое странное, похожее на гору сооружение, а проникнуть внутрь не могут и кружат вокруг, пытаясь найти вход. Ситуация практически неразрешимая.

Вот тут в игру вступает третий сын. Он, в отличие от своих братьев, поименован. Во многих культурах существует традиция давать детям имя, которое обозначает не что иное, как слово «вождь». В Западной Европе такие имена — Регина, Карл. Есть мнение, что Олег и Ольга — это варяжское «хельги», опять же вождь. Легендарный же Иван-царевич, скорее всего, ведет свою этимологию от китайского (вспомним трехсолетнее присутствие на Руси монголов-воинов с китайцами-чиновниками) титула ван — князь, то есть в дословном переводе получается «князь И».

С самого начала проблемы Ивана приобретают нечеловеческий характер, например, лошади падают на колени, едва он кладет руку на седло. И только странное, подземное, закованное в чугунные цепи конеподобное существо признает его за хозяина, после чего начинается поход. В дальнейшем царевич постоянно манипулирует многопудовыми металлическими объектами, в основном чугунными, начиная с входного

элемента, позволяющего проникнуть в гору, и кончая принадлежностями Кощея. Мать, которая при этом присутствует, ничуть не удивлена. Она-то знает, что Иван — киборг, в изготовлении которого сама принимала участие. Поэтому объяснимо поведение старших сыновей, которые оставляют Ивана на развалинах Кощеева царства, а сами, прихватив мать и случившуюся там же царевну, отправляются домой.

Но сказка есть сказка, и заканчивается она, как положено, — триумфом Ивана и его женитьбой на царевне. Вот только представить их совместную супружескую жизнь можно лишь в том случае, если царевна также принадлежит к роду киборгов с их многопудовыми забавами.

Другая сказка, в которой появляется Кощей, называется «Царевна-лягушка». Там прямо сказано, что зона действий Кощея находится совершенно в ином пространстве-времени. До появления Царевны-лягушки информации о нем не было, а если и была, то признавалась недостоверной. Кстати, в сказке сама лягушка названа дочерью Кощея.

История началась со стрельбы. Выход участников в исходную точку сам по себе знаменателен. Их трое, а направлений только два — вдоль и поперек. Первый попадает в зону действия менеджмента — боярский двор, у второго — торгово-промышленная палата, купеческий двор. А что третий — человек, лишенный направления? Куда же ему? Лишен направления, лишен и места — его стрела попадает в болото. Болото — там, где нет ни воды, ни земли. (Очевидно, перемещение идет не в пространстве, а во времени.) Встреча с лягушкой оказалась полным потрясением для неопытного юноши. Лягушкой она ему показалась из-за цвета и гладкости скафандра: была необходимость защититься от местной атмосферы. Так Иван-царевич в этой сказке оказался контактером, соеди-



няющим настоящее и будущее. Иначе говоря, он свел вместе, сам того не ведая и не желая, два типа цивилизаций — патриархальную и технократическую.

Итак, конфликт: три тура отборочных соревнований. Состязаются натуральный тип хозяйствования с развитым машинным производством — ситуация для первого заведомо проигрышная. Создать в сжатые сроки (а на выполнение задания давалась только ночь) что-либо значительное и качественное без применения сложной технологии невозможно. Первые два тура прошли при подавляющем преимуществе пришельцы. Местные девушки, потрясенные и раздавленные, с трепетом ожидали ее прибытия на третий тур.

Появление было обставлено с невероятной помпезностью. Необязательный, конечно, но производящий впечатление шум да грохот экипажа на смерть перепугал и прислугу, и гостей. Двигатель, работая на неочищенном бензине, а возможно, на самогоне непрерывно детонировал. Проблемы с очисткой, видимо, решены не были, или очищенный выпили.

Ну вот и сама гостья. Роскошная фигура, над которой трудились лучшие тренеры, затянута в платье из умопомрачительной ткани под названием «лягушачья кожа». Макияж такой, что румяна да белила, нанесенные на вполне симпатичные, с чистой и нежной кожей мордашки молодух, вызывали ассоциации с нелепо раскрашенными куклами. Бедные девушки просто сгорали от стыда. И во все глаза смотрели за тем, что делает гостья. А та демонстрировала способы переработки вторичных отходов. Да так ловко и весело, что все были совершенно очарованы.

Девушки тоже попробовали — естественно, ради них всё и было привезено. Но без навыков и знания сложной техники получилось не очень лад-

но. Гости перепачкались, а пострадавший царь ругался совсем не царскими словами.

А что же царевич? Он знал, что жена его забирается каждый вечер в скафандр, который он ненавидел, боялся и называл лягушачьей кожей, и дышит там какой-то гадостью. Она объясняла, что местный воздух ей вреден, но он не верил. Как может быть вреден такой замечательный теплый ветерок, напоенный ароматами трав и цветов! Кому он может повредить? И царевич решается на отчаянный шаг. В огонь всю эту вонючую гадость. И проветрить после, открыть все окна...

А царевна, увлеченная обучением своих новых подружек, совсем не замечала времени, да и отсутствие мужа ее не очень тревожило. Но в любом случае ей уже было пора. Она осознала, что звучит сигнал тревоги. Практически исчерпав все ресурсы, она добралась до дома и только тут поняла весь ужас происшедшего. Времени осталось только на аварийное десантирование. Успела лишь крикнуть свой адрес в Кошечье царство даже без надежды, что он его поймет.

Царевич понял только одно — она в плену у Кощея. Кощей — враг! Ну что же, он сумеет победить любого, даже самого сильного врага.

Специфика изложения состоит в том, что оно идет как бы от лица Ивана-царевича. Он может рассказать только то, что понял, и так, как понял. А в его понимании Царевна-лягушка была сослана в наказание за то, что оказалась умнее своего отца — Кощея Бессмертного. По-видимому, в расчете на то, что за три года жизни в болоте она поглупеет. Так прикидывал простодушный Иван-царевич.

Сначала надо было сообразить, где искать. А пройти надо было весь эволюционный путь, всю последовательность биологических превращений, которая ведет к игле как основе тех-

нократической цивилизации. (Забавно, что сейчас на экранах телевизоров мы часто видим эксперименты по клонированию, в которых игла оплодотворяет яйцо.)

Царевич оказался весьма упорным, наблюдательным и изобретательным бойцом. Он сумел расшифровать все сигналы, все указательные знаки будущего и добраться до царства Кощея.

Темп или темпоральность Кощея задается последовательностью «дерево—заяц—утка—яйцо». Для того чтобы догнать Кощея, царевичу пришлось использовать последовательность более жесткую, состоящую исключительно из хищников — «медведь—волк—коршун—щука».

Царство Кощея его ужаснуло. Грохочущее железо, забитое бледными людьми, каменные коробки, бесстыдно вздымающиеся вертикально вверх, прямые и острые углы улиц, зданий, машин и механизмов. Воздух, который незаметно сгустился, стал сизым, насытился отвратительными запахами, и Иван-царевич понемногу стал задыхаться.

И вот, когда в руки к нему попала игла — фаллический стержень этого невыносимого мира, инструмент искусственного оплодотворения и массового изготовления людей, Иван не стал сомневаться.

И сломал.

Остановились машины, рухнули здания, загорелись нефтяные и газовые фонтаны, погас свет, и затихли все шумы. И когда сгорело все, что могло гореть, и осела пыль, стало ясно, что будущее перестало существовать. Пошло новое время, где день сменяет ночь, зима — лето, а зачатие происходит в постелях.



Волновая энергетика — это просто и дешево

ИНФОРМАЦИЯ



Кто из нас не стоял у моря, наблюдая за тяжелыми валами, с грохотом и ревом обрушивающимися на берег? И наверное, многим приходила в голову мысль о бесполезно растрачиваемой мощи морской стихии.

Если перевести романтику набегавших волн на сухой язык цифр, то окажется, что вся бытовая техника нашей городской квартиры или загородного дома может питаться от энергии, получаемой всего лишь с одного метра прибрежной волны! Есть над чем задуматься.

Первый патент на использование энергии воды был выдан около 400 лет назад во Франции. Это устройство (так никогда и не реализованное) было всего лишь баржей, связанной длинным рычагом с

4 Действующий макет энергоустановки

насосом для воды. Интерес к волноэнергетике проснулся вновь только после первого серьезного нефтяного кризиса в 70-х годах прошлого века. Сегодня бакены и маяки, использующие энергию волн, можно увидеть в прибрежных водах Японии. Бакены-свистки береговой охраны США также снабжаются энергией благодаря волновым колебаниям. В Индии от волновой энергии работает плавучий маяк порта Мадрас. В Норвегии с 1985 года действует первая в мире промышленная волновая станция мощностью 850 кВт. В 2002 году введена в эксплуатацию опытная волновая электростанция в Португалии — при волнах высотой до 5 метров она вырабатывает в год 6 — 10 млн. кВт/час электроэнергии. В России успешно функционирует экспериментальная приливная электростанция на Кольском полуострове.

Но обязательно ли создавать волновую электростанцию огромной мощности? А если нужно обеспечить электроэнергией небольшой коттеджный поселок на берегу моря, пансионат или даже частный дом? В этом случае капитальные затраты сделают такой проект абсолютно нерентабельным.

Напрашивается простое техническое решение: в основе волновой электростанции должен лежать дешевый, простой в изготовлении и эксплуатации, независимый энергомодуль, преобразующий энергию волны в электричество. Если нужно получить большую мощность, можно просто увеличить количество модулей.

Именно такими соображениями руководствовалась группа российских энтузиастов волновой энергетики. Результат их работы — оригинальная энергоустановка.

Единичный модуль — это укрепленная в донном грунте стойка, на которой с помощью шарнира закреплен двуплечный рычаг: на одном конце находится поплавков, а другой связан с поршнем водяного насоса (рис. 1). Колебания поплавка вызывают движение поршня водяного насоса, нагнетающего по трубопроводу воду в накопитель — водонапорную башню (рис. 2). Из накопителя вода под действием силы тяжести стекает вниз, вращая лопасти турбины гидрогенератора, который вырабатывает электрический ток, необходимый потребителям.

Эта установка не имеет «ахиллесовой пяты» большинства современных волновых установок, которые генерируют

электроэнергию непосредственно в море и доставляют ее на берег с помощью электрического кабеля. В разработанном модуле электроэнергия вырабатывается в нормальных условиях на земле — это снижает себестоимость установки, а также значительно облегчает монтаж и эксплуатацию. Кроме того, единичный модуль состоит из нескольких простых в изготовлении деталей, сделанных из недефицитных материалов. Предусмотрена оригинальная штормовая защита, что важный плюс по сравнению с другими устройствами подобного рода.

Технология изготовления энергомодуля, равно как и технология его установки, несложны, принцип работы каждого элемента тоже прост — он используется в огромном множестве устройств. Очевидно, стоимость изготовления и монтажа такой волновой энергетической установки будет значительно ниже существующих «монстров» волновой энергетики. По предварительным расчетам оптимальная мощность одной единицы — 10 кВт при КПД в 25%.

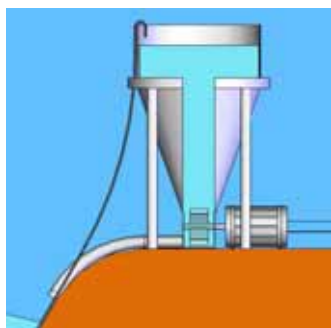
Волновая энергетическая установка может работать постоянно или сезонно, в прибрежных водах морей и океанов, а также на речных магистралях. Эта установка годится для обеспечения энергией туристических зон в теплых морях (рис. 3). Сегодня же они всецело зависят от привозного углеводородного топлива, а между тем у них под боком плещется целый океан энергии.

Разработчики получили российский патент № K2006121511(023345) «Волновая энергетическая установка». Создан демонстрационный макет (рис. 4), который неизменно привлекает внимание посетителей выставок по альтернативной энергетике. В настоящее время изготавливается действующая модель установки, которую летом этого года испытают в реальных условиях для уточнения и оптимизации параметров. После испытаний будет подготовлена рабочая документация промышленной установки, по которой начнется ее производство.

Кириунин Антон Евгеньевич,
тел. (7-495)-331-4655; 331-4611
Пишите: waterpower@rambler.ru



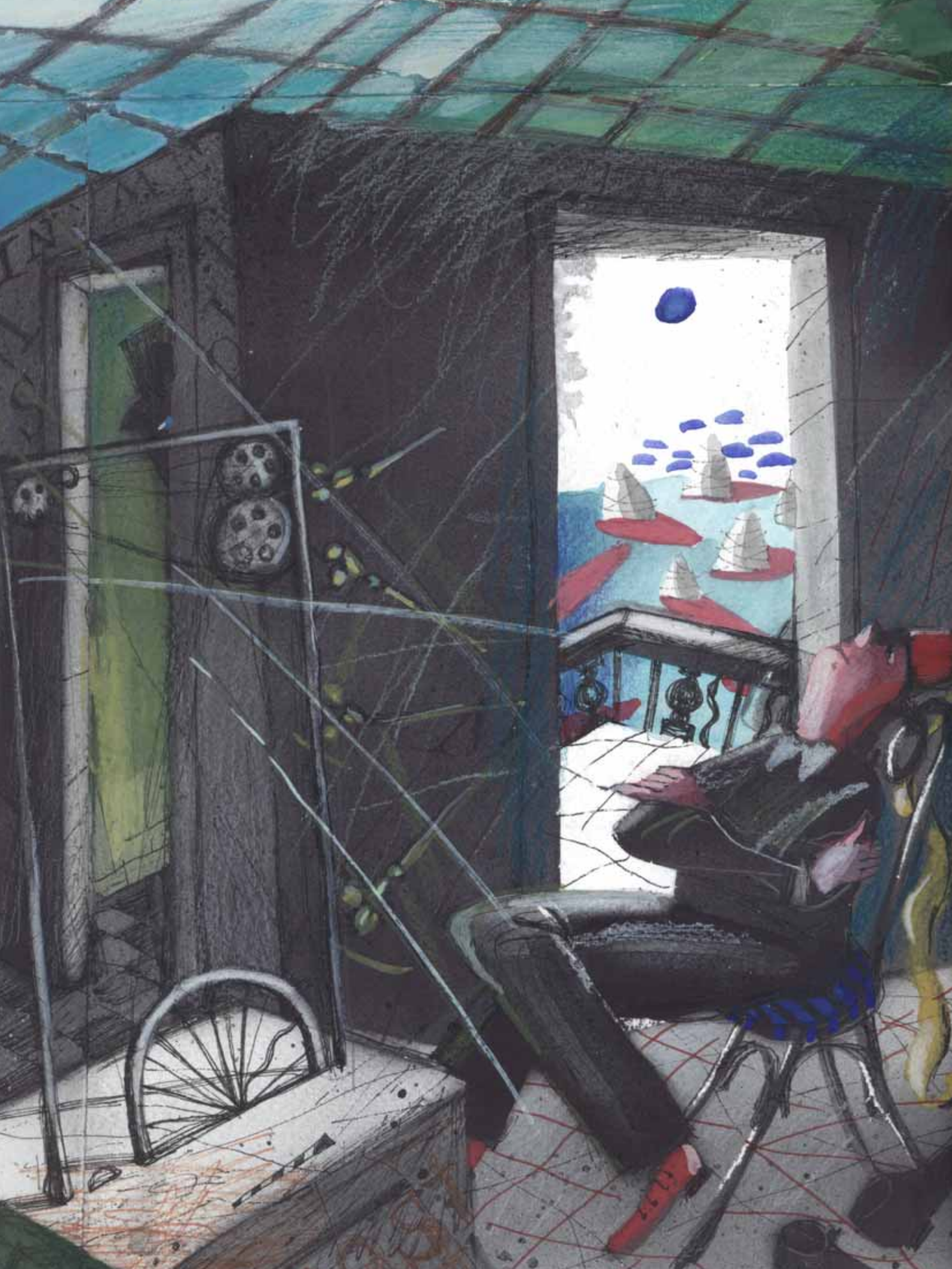
1
Энергомодуль



2
Накопитель и гидрогенератор



3
Волновая электростанция



Адам Смартус и дело Института глубоких физических проблем

Художник Е. Силина

Максим
Дегтярев



ФАНТАСТИКА

На пульт охраны Института глубоких физических проблем пришло сообщение:

«В 14.00 в лаборатории тяготения и отталкивания произойдет активизация взрывного химического устройства, начиненного концентрированным агентом Х. Срочно примите меры к спасению персонала.

Больше чем друг».

Начальник охраны Тумб в смятении посмотрел на часы. 13.53, то есть всего семь минут для эвакуации сотни ценнейших ученых. Хватит ли времени, чтобы спасти всех?

Рука Тумба потянулась к кнопкам экстренного оповещения. Желтая кнопка подавала сигнал «радиоактивное заражение», зеленая — «химическое заражение», красная — «угроза разрушения». Красную кнопку ему довелось нажать лишь однажды, когда приехала комиссия из совета попечителей и привезла план по сокращению финансирования.

Он безошибочно выбрал зеленую кнопку. Компьютер попросил уточнить место заражения. Тумб уточнил: зона С (так для краткости называлась лаборатория тяготения и отталкивания).

— Звони в службу спасения, — сказал он помощнику, а сам набрал номер руководителя лаборатории доктора Валленброка.

— Что за чертовщина здесь творится! — заорал Валленброк. Ему пришлось напрячь голос, чтобы перекрыть сирену.

— Есть угроза серьезного заражения, — громко ответил Тумб. — У вас пять минут, чтобы эвакуировать лабораторию. Выходите через грузовые ворота, я сейчас там.

— Я прикажу надеть респираторы и скафандры.

— Ни респираторы, ни противогазы не спасут от агента Икс. Я знаком с этой гадостью. По сравнению с ним гамбургеры в нашей столовой — просто слабительное. К тому же на скафандры у вас не хватит времени. Бросайте все и бегите к воротам. — И Тумб понесся во внутренний двор, куда выходили грузовые ворота зоны С.

Там уже толкались до смерти напуганные ученые, но при этом не забывали друг перед другом извиняться. Спасались, однако, не только ученые. Глаза Тумба полезли на лоб: среди людей он заметил роботов (в лаборатории тяготения и отталкивания работало пятьдесят

роботов, и, похоже, все они решили последовать за людьми). «Спалили они там, что ли?» — подумал Тумб. «Они» — это относилось, конечно, к людям.

Валленброк пропустил вперед всех роботов и вышел последним. Была уже одна минута третьего. Отойдя от ворот на три шага, он обернулся и понюхал воздух. Тумб схватил его за рукав:

— Агент Икс не пахнет! — И потащил завлаба прочь.

Над институтом показались два вертолета — полицейский и службы спасения. Люди и роботы задрали головы. «Опять нам разгружать», — решили последние.

— Бомбу нашли?

— Нет, как и следовало ожидать.

Комиссар Жером стряхнул сигарный пепел в нижнее полушарие звездного глобуса. В верхнем, перевернутом и стоявшем отдельно, рос кактус, *Turbinicarpus macrochele*, но до него было лень тянуться. Адам Смартус отправился искать пепельницу.

— Не ищите, — сказал ему вслед комиссар, — я скоро ухожу.

Вернувшись с пустой банкой из-под кофе, Смартус пробормотал:

— Не знаю... Ничего интересного, по-моему. Сетевой хулиган. Вот если бы вы нашли...

— Пусть не бомбу, но кое-что мы действительно нашли.

— Наверное, грузовик с плутонием.

— Почему грузовик? — удивился комиссар.

— Если бы было что-то помельче, вы бы принесли это сюда, чтобы показать.

— А я и принес. — Комиссар вытащил из кармана маленький черный цилиндр. Он был не больше капсулы от мигрени. — Угадайте, что это?

— Видеокамера.

— Правильно. Может, вы знаете, где она была?

— В вашем кармане.

— Я имею в виду, где ее нашли.

— И где же?

— На стене. На бетонной стене, ограждающей внутренний двор института. С трех сторон двор окружен институтскими корпусами. С одной стороны — стена, три метра в высоту. Камеру прилепили пластилином на уровне глаз, и направлена она была в сторону ворот зоны С, откуда выводили персонал. Когда оба вертолета селись, ученым ничего не оставалось, как прижаться к стене. Один из них наткнулся на пластилин. Сначала он подумал, что это посеребренная от пыли жвачка, и приказал одному из роботов ее убрать. Робот идентифицировал предмет как находящийся вне его компетенции. Тогда ученый позвал Тумба, и уж Тумб-то сообразил, что это

такое.

— Вы считаете, эта камера имеет отношение к происшествию?

— Вне всяких сомнений. Камера снабжена передатчиком. Преступник с расстояния наблюдал, каким путем будет происходить эвакуация, куда поведут людей и сколько времени это займет. Он явно задумал что-то более серьезное.

— Может быть, — покачал головой Смартус. — Как минимум, вы теперь знаете, что он не работает в институте. В противном случае он мог бы наблюдать за происходящим из окна.

— Точно. Именно так мы и решили.

— Как вы думаете, долго камера находилась на заборе?

— Судя по слою пыли на пластилине, два или три дня.

— За это время было много посетителей?

— В том-то и проблема. Три дня назад в административном корпусе проводился научный семинар по... — комиссар заглянул в блокнот, — ух ты, по спасению Вселенной от фантомной энергии. Интересно, что это такое?.. Помимо сотрудников института, на семинаре присутствовали еще двадцать пять человек. Многие из них выходили во двор покурить. Но мы сейчас просеиваем всех — не только курильщиков.

Смартус попросил разрешения взглянуть на список участников семинара. Жером не видел причин для отказа: ведь Смартус его друг, сосед и, более того, самый проныкательный детектив из всех, с кем комиссару доводилось иметь дело.

— Ну-с, посмотрим, — сказал Смартус, когда изображения двадцати пяти подозреваемых показали на экране компьютера.

Комиссар пояснил:

— Я отметил, во-первых, курильщиков и, во-вторых, не физиков.

— Вы имеете в виду, что физик угрожал бы ядерным взрывом?

— Я имею в виду, что вот, например, ему, — Жером ткнул пальцем в одну из фамилий, — на семинаре делать было нечего.

По мнению комиссара, лишним на семинаре оказался некто Шейкер, коммерсант с неопределенными интересами. Шейкер заявил, что забрел в институт просто из любопытства.

— Он проходил по делу о научном шпионаже, — добавил комиссар.

Кроме Шейкера, Жером отметил еще троих не физиков. Ими были: Тидл Мориц, нейрохирург, отдел бионики Объединенного медицинского университета; Просперус Румиди, философ-практик, Центр слежения за невыносимой легкостью бытия; Абрахам Танк, ведущий конструктор боевых роботов, Эй-Ай-вооружения, лтд.

— Фамилии этих людей ни о чем не говорят, — резюмировал Смартус, — но обещаю, что буду о них думать.

— И на том спасибо, — кивнул комиссар, выпуская облако едкого, как агент X, дыма. Он затушил сигару где-то в районе Южного Треугольника и направился к выходу. Смартус пошел его провожать. Подавая комиссару плащ, он спросил:

— За каким дьяволом они эвакуировали роботов?

— Валленброк сказал, что они ему как родные. Он больше не сможет смотреть им в окуляры, если бросит их на произвол судьбы.

— Но для роботов агент Икс безвреден.

— Он-то мог об этом не знать.

Смартус подумал, что своего Пифагора он бы тоже не бросил. Кстати, куда он запропастился? С утра ушел в мастерскую, чтобы поменять графит в подшипниках, и вот уже семь вечера, а его все нет.

Не желая отвлекать друга от умных мыслей, комиссар Жером тихо прикрыл за собой дверь.

А Смартус его обманул. В ближайшие часы он не собирался думать о деле Института глубоких физических проблем, потому что еще не разобрался с предыдущей загадкой, а думать о двух загадках одновременно он не умел.

Проблема, преследовавшая его последние две недели, впервые проявила себя вполне невинно. Разносчик принес пиццу, которую он не заказывал. Смартус не стал спорить, принял пиццу как свою, расплатился и съел ее, тем более что она была составлена из его любимых ингредиентов.

Второй случай произошел спустя неделю. Некая дама вздумала уверять его, что он назначил ей свидание. Смартус решил, что вряд ли ему повезет с дамой так, как с пиццей, и свидание отменил. Он послал ей букет роз, чтобы она извинилась и его самого, и того остолопа, с которым его перепутали... Отсюда уже видно, что указанная проблема не только истощала нервную систему Смартуса, но и подрывала его бюджет.

Если эти два происшествия еще можно было объяснить случайным стечением обстоятельств, то вчерашнее письмо из «Королевского энтомологического журнала» требовало более серьезного анализа. Журнал уведомил Смартуса, что его статья о влиянии процентных ставок на цвет крыльев яблоневой плодовой мушки отклонена рецензентом. До сих пор еще ни один журнал не отказывал Смартусу, и его первым порывом было узнать имя того рецензента и покататься с ним в рамках принятых среди джентльменов правил. Но едва гнев прошел, Смартус вспомнил, что ничего о бабочках не писал и в «Королевский энтомологический журнал» соответственно не отправлял. Оставалось лишь выяснить, откуда взялась статья за его подписью: опять случайность, происки жалких завистников или чья-то графомания под действием галлюциногенов?

Он изучал последний вариант, когда вернулся Пифагор и помахал руками, едва не задев хозяина по носу.

— Ты где пропадал? — строго спросил Смартус.

— Когда? — искренне поинтересовался робот.

— Начни с девяти утра. Я скажу, когда остановиться.

Тот принялся монотонно перечислять:

— Дома, на улице, ведущей к метро, я не знаю ее названия, в метро, в мастерской господина Ломберта, в такси...

— Ты брал такси?

— Я опаздывал.

— Хорошо, — Смартус взял себя в руки, — куда ты опаздывал?

— В «Киберинтеллект-клуб».

Смартус ценил в роботах тягу к знаниям, поэтому не стал сердиться.

— И что ты там делал? — спросил он с усмешкой.

— Участвовал в конкурсе по тесту Тьюринга.

— Вот как! Изображал из себя человека?

— Да. Только это называется «имитация человеческого сознания».

— И как успехи?

— Первое место в категории до ста терракубитов. Извините, я хотел сделать вам сюрприз.

— Молодец! — Смартус похлопал робота по плечевому шарниру. — Я всегда в тебя верил. Думаю, ты заслужил подарок.

— Мне уже вручили подарок.

— Какой?

— Талон на распродажу нейронов в супермаркете «Интел».

— Там ты и задержался?

— Да. Вы не представляете, какие там очереди в примерочную.

— Ну, хорошо. Так и быть, ужин сегодня я приготовлю сам.

На кухне Смартуса посетила нехорошая мысль. (Его всегда посещают нехорошие мысли, когда упаковка замороженных продуктов взрывается в микроволновке.)

— Пиф! — позвал он робота.

— Что, босс?

— Расскажи, как ты готовился к конкурсу.

— Я тренировался.

Тут Смартус не сдержался:

— На ком? На разносчике пиццы, на несчастной одинокой женщине и в конце концов на мне?

На робота было жалко смотреть.

— Простите меня, господин Смартус. Вы во всем для меня пример. Поэтому я изображал вас.

— Плохо изображал! Твою статью о яблонево́й обжорке отклонили!

— Плодожорке, босс. В следующий раз я напишу лучше.

— Следующего раза не будет. Иди... Или нет, постой. Говори, на чем тебя подловили. — Смартус поберег бы самолюбие робота, если бы тот не провинился.

— Меня спросили, что лучше, зеленое или железное.

— И ты?

— Сказал, что вопрос сформулирован некорректно. И во мне сразу признали робота.

— Еще бы! Разумеется, железное лучше.

— Странно. И контрольный человек ответил так же... А почему, господин Смартус?

— Тебе этого не понять.

— Если бы вы сказали такое на тесте Тьюринга, вас тут же объявили бы роботом. Банальный уход от ответа.

— Значит, все люди немного роботы. Либо тест Тьюринга несовершенен.

— Я склоняюсь ко второму.

— А я к первому, — возразил Смартус. — Чувство противоречия тут ни при чем.

И тут у него возникла многообещающая идея.

Поеживав остатками со стенок микроволновки, он приступил к сбору сведений о лаборатории тяготения и отталкивания Института глубоких физических проблем. Из



ФАНТАСТИКА

институтского сайта он узнал, что Валленброк занял свою должность всего четыре месяца назад. До него лабораторию возглавлял доктор Гельмгольц, пока в ходе подготовки опасного эксперимента не опрокинул на себя со- рокалитровую бутылку с серной кислотой.

Смартус подозревал робота и рассказал ему обо всем, что случилось в институте, не скрыв ни единого имени из подготовленного Жеромом списка. Рассказал и спросил:

— С кем из них ты поговорил бы в первую очередь?

Пифагор проглядел файл с именами участников семинара до конца и указал на последнюю строчку:

— Вот с ним.

Последняя строчка гласила: «За истинность вышеизложенного ручается комиссар Жером».

Робот объяснил:

— Произошло преступление. Следовательно, надо обратиться в полицию.

— М-да, — протянул Смартус, — до меня тебе все еще далеко.

Заведующий отделом бионики Тидл Мориц быстро понял, что отпираться бесполезно. Но он не знал, с чего начать. Смартус подсказал:

— С того дня, когда умирающего Гельмгольца привезли в ожоговый центр.

Мориц с жаром заговорил:

— Он действительно умирал, но его мозг не был поражен. То есть Гельмгольц еще находился в сознании и знал, что умирает. Я предложил ему участвовать в эксперименте. Технология соединения человеческого мозга и машины была только-только разработана. Но Гельмгольц согласился сразу же, однако поставил условие: чем бы ни закончился эксперимент, я должен объявить, что произошла неудача. Если киборг не подаст признаков жизни, я должен отключить систему жизнеобеспечения мозга даже при обнаружении нейроактивности. Ну а в случае уда- чи Гельмгольц вправе самостоятельно решать, сообщать ли общественности о своем воскрешении. Все это я принял безоговорочно.

— Исход эксперимента превзошел все наши ожидания. Мозг ученого полностью восстановил работоспособность. Гельмгольц мог видеть, слышать, говорить, двигать механическими конечностями (к этому, правда, ему пришлось долго привыкать), и, что самое главное, он мог думать ничуть не хуже, чем раньше. Более того, он избавился от прежних недугов, вызванных старением. Получив тело робота, он вернулся к занятиям теоретической физикой. А я с нетерпением ждал того часа, когда мне разрешат обнародовать результаты эксперимен-

та. Но Гельмгольц просил не торопиться, и я строго следовал нашей договоренности. Примерно месяц назад он сказал мне, что закончил какие-то важные расчеты. «Самое время сообщить о них миру», — ответил я, подразумевая, что и мне найдется о чем сообщить. Но он снова попросил подождать. Я не удержался и опубликовал статью, где говорилось, что технология по созданию киборгов прошла предварительные испытания и в скором времени я представлю тому доказательства. Эта статья возмутила Гельмгольца. Он обвинил меня в нарушении договоренности. Неделю мы с ним не разговаривали, а затем он пропал.

— Откуда, из университетской лаборатории? — удивился Смартус.

— Нет, из моего дома. Для соблюдения тайны я перевез его к себе домой. Мои коллеги убеждены, что Гельмгольц — вернее, его мозг — умер сразу после пересадки.

— Очевидно, ему помогли сбежать.

— Да, я тоже пришел к такому выводу.

— Валленброк?

— Уверен, что он.

— Почему?

— Через десять дней после исчезновения киборга Валленброк объявил, что в его лаборатории начата подготовка к новому эксперименту. Я проконсультировался у одного знакомого физика, и он подтвердил, что эксперимент Валленброка имеет прямую связь с теми расчетами, которые проводил Гельмгольц. Мне стало ясно, что Гельмгольц находится теперь у Валленброка. То есть в институте, в лаборатории.

— И чтобы это проверить, вы установили видеокамеру у ворот, а затем послали письмо с предупреждением о газовой атаке. Короче говоря, вы решили его оттуда выкурить.

— Если вам угодно это так называть, — пожал плечами Мориц.

— Насколько киборг Гельмгольц автономен?

— В значительной степени. Кислород он получает из воздуха, глюкозу можно покупать в аптеке, энергия — от обычного аккумулятора, который, конечно, время от времени нуждается в подзарядке.

— Вы узнали Гельмгольца среди эвакуированных роботов?

— Нет. Я думаю, Валленброк сменил ему внешний корпус. Сделать это нетрудно.

— Предусмотрительный тип. И сообразительный: он вычислил ваш план и эвакуировал всех роботов без исключения. Наверное, это Гельмгольц предупредил его, что вы способны предпринять что-то подобное. Кстати, ваш бывший подопечный не пытался с вами связаться?

— Однажды он мне позвонил — дня через три после побега.

— И что он сказал?

— Если в двух словах, то попросил забыть о его существовании.

— А у вас остались доказательства его существования?

— Нет. Все материалы я хранил в компьютере. Перед побегом Гельмгольц уничтожил файлы.

— Кроме Валленброка, в институте много других сотрудников. Как вы думаете, Гельмгольцу трудно выдавать себя за робота?

— Если Валленброк его опекает, то нет.

— Но ему могут поручить какое-нибудь невыполнимое для человека задание. Например, быстро перемножить два пятнадцатизначных числа. Или сочинить хокку со словом «идемпотентность».

— Навыками, которые свойственны только роботам, руководит компьютер, установленный параллельно мозгу. Гельмгольц может им пользоваться, как своим домашним компьютером.

— Что же вы теперь собираетесь делать?

— Еще не решил. Сначала мне хотелось бы поговорить с Гельмгольцем. Но я не знаю, как это сделать.

«Любопытная задача, — подумал Смартус, — найти человека, притворяющегося роботом». Потом сказал:

— Я помогу вам, но взамен обещайте ничего не предпринимать в ближайшие дни.

— Обещаю.

Взгляд Морица был полон надежды. Взгляд Смартуса — уверенности в том, что задача будет решена.

В огромном зале шел монтаж экспериментальной установки. Основные агрегаты скрывались внутри полого цилиндра, протянувшегося от одной торцевой стены до другой. На верхней плоскости цилиндра зияло вытянутое отверстие, из которого выбирались люди; по тому, сколь деловито они отряхивали руки, Смартус догадался, что монтаж установки подходит к концу. Многотонный кран уже держал наготове первый из четырех сегментов крышки. Валленброк спросил в громкоговоритель:

— Никого не забыли?

— Вонг все еще копается, — ответили ему.

Валленброк что-то сказал роботу под номером 4507. Тот взобрался по узкому трапу и, перегнувшись через край отверстия, начал там шарить. Наконец он выудил того, кого звали Вонг. Вместе они спустились вниз.

— Закрывайте! — скомандовал Валленброк.

Дюжина роботов, с гаечными ключами наготове, вмиг оказалась наверху цилиндра, собираясь принять и закрепить медленно подплывавшую крышку. «Не исключено, что Гельмгольц находится среди них, — подумал Смартус. — Это его эксперимент, и он должен быть где-то рядом».

К Смартусу подошел комиссар Жером и сказал, указывая на установку:

— А внутри мы так и не обыскали.

— Без ордера туда нельзя.

— Без меня вас не пустили бы дальше проходной. Зачем мы сюда притащились?

— Разведать обстановку.

— И долго нам ее еще разведывать?

— Пока не прояснится.

— За что я вас всегда уважал, Смартус, так это за умение давать исчерпывающие ответы, — пропыхтел Жером и отошел, уступая дорогу двум роботам, тащившим что-то наподобие сварочного агрегата.

«Знаком ли Гельмгольц со сварочными работами?» — глядя на них, подумал Смартус.

В зале сновало не менее двадцати роботов. Смартуса они будто не замечали.

— Это вы приказали им не отвечать на мои вопросы? — поинтересовался он у Валленброка.

— Вы же видите, они заняты.

— Вижу, — кивнул Смартус.

Роботы действовали очень слаженно. Когда очередной сегмент крышки опускался на нужное место, они становились по периметру и начинали закручивать крепежные болты, намертво соединяя крышку с основанием установки. На каждого приходилось по восемь болтов. Перекладывая ключ из руки в руку, роботы быстро справлялись со всеми восьмью. Смартус следил за ними, как завороченный.

— Хорошо работают! — громко восхитился он, снова приблизившись к Валленброку.

— Угу. Вы интересуетесь роботами или бомбой?

— Открою вам тайну, — прошептал ему на ухо Смартус, — я интересуюсь доктором Гельмгольцем.

Валленброк посмотрел на него как-то странно и пробормотал:

— Вы опоздали. Он сейчас в другом месте. Очень далеко отсюда.

— Как бы не так! Идите к себе в кабинет и прихватите с собой робота номер сорок пять ноль один. Через минуту я к вам присоединюсь.

Лицо Валленброка сделалось каменным. Он процедил сквозь зубы:

— Что, если я прикажу вам немедленно убраться?

— Хорошо, я сам его позову. — И Смартус решительно направился к трапу, который вел наверх к роботам.

Валленброк преградил ему дорогу:

— Зачем вам Гельмгольц?

— Он остался должен мне две сотни.

Завлаб полез в портмоне. Купюры были мелкими, и двух сотен не набралось.

— Подождете, пока я дойду до банкомата?

— Идите. Тем временем я побеседую с Гельмгольцем.

Руки у Валленброка опустились. Смартус подобрал упавшую десятку и внушительно произнес:

— Через минуту у вас в кабинете.

После того как Валленброк и робот под номером 4501 покинули зал, Смартус досчитал до шестидесяти и пошел вслед за ними.

Он вернулся домой поздно вечером. Пифагор сидел перед компьютером и хмыкал каждые две секунды.

— Мориц звонил? — поинтересовался Смартус.

— Телефон оборвал! — Пифагор трижды хмыкнул.

— Что это с тобой?

— Никак не могу привыкнуть к... э... — Робот замолчал, как бы прислушиваясь к самому себе.

На экране был открыт сайт «Совершенный робот: бесплатные советы и программы».

— Смотри не подхвати чего-нибудь лишнего, — предупредил Смартус.

Пифагор опять звучно хмыкнул, уже удовлетворенно:

— Кажется, теперь вовремя.

— Ты о чем? — удивился Смартус.

— Помните, я установил программу ехидного смеха — ту, что иногда давала сбой?

— Помню. Ты почему-то сопел при анекдотах про блондинок.

— Раньше сопел, теперь не буду. На сайте выложили обновленную версию, и я ее установил. Заодно скачал



ФАНТАСТИКА

хмыканье. Все бы ничего, но в инструкции плохо прописано, в каких случаях нужно хмыкать.

— Разговаривая со мной — никогда! — отрезал Смартус и набрал номер телефона доктора Морица.

— Ну, наконец-то! — воскликнул Мориц. — Я звонил вам несколько раз, хотел поблагодарить.

— Гельмгольц с вами связался?

— Да, час назад. Мы очень хорошо поговорили. К сожалению, я не смог убедить его вернуться в мою лабораторию. Он останется у Валленброка. Время от времени я буду проверять его состояние.

— А как же научная слава?

— Он отказался от своей в пользу Валленброка. Придется поступиться и мне. Со временем найду другого пациента, не столь амбициозного... Гельмгольц не сказал, как вам удалось отличить его от остальных роботов. Вы не поделитесь со мной этой тайной?

— С удовольствием поделюсь. Все дело в том, что роботы одинаково владеют как правой рукой, так и левой. Когда они закручивали болты, они держали ключ в той руке, которая была ближе к болту. Гельмгольц, будучи, как и большинство людей, так сказать, одnorуким, держал гаечный ключ исключительно в правой. Этим он себя выдал.

— Так просто! Странно, что мне это не пришло в голову.

Смартус рассчитывал на более высокую оценку. Он не знал, что в среде ученых оценка «мне это не пришло в голову» едва ли не наивысшая. Поэтому и попрощался с Морицем довольно сухо. Положив трубку, он обнаружил, что Пифагор исчез из комнаты. Нашелся робот в чулане под лестницей, у ящика с инструментами.

— Ищешь гаечный ключ? — спросил Смартус.

— Да. Вы покажете мне, как не уметь пользоваться левой рукой?

— Конечно, покажу. Но начнем мы с другого.

— С чего же?

— С почерка. Неси бумагу и ручку.

Пифагор бросил ключ обратно в ящик. Бумага и ручка были наверху в кабинете. Он вышел из чулана и ступил на лестницу.

— Начинай с одной и той же ноги, Пиф, — сказал Смартус ему в догонку. — Например, как я, с правой.



Присвоенная жидкость

Надо ли взрослым пить молоко, или можно без него обойтись? Молоко — уникальная жидкость. Оно содержит все вещества, необходимые для роста и развития организма, причем в идеальных соотношениях. Сначала люди этого не знали и пили молоко, не подводя под процесс никакой научной базы. Затем появились диетологи, которые включили молоко в список продуктов, необходимых для здорового питания. Но взрослый человек прекрасно может обойтись без молока, потому что в естественный рацион взрослых млекопитающих сей продукт не входит. Молоко предназначено природой для выкармливания новорожденных. Покусившись на младенческое питание, люди столкнулись с двумя серьезными проблемами: как сохранить молоко и как его потребить? Дело в том, что многие люди молока не переносят.

Почему некоторые люди не могут пить молоко, но при этом спокойно едят творог и сыр? Основной углеводный компонент молока — молочный сахар, он же лактоза. Чтобы организм мог усвоить лактозу, ее надо разложить на составляющие: глюкозу и галактозу. Этим занимается в кишечнике специальный фермент лактаза. Когда ребенок достигает возраста 3—10 лет, ген лактазы в его организме может за ненадобностью отключиться. У разных народов это событие происходит с разной частотой. Не усваивают молочный сахар 2—4% жителей северо-запада Европы, примерно 30—40% русского населения России и 90% коренных жителей Азии. Неусвоенная лактоза накапливается в кишечнике, а человек мучается болями в животе и тяжелым поносом. Чтобы избежать этих неприятностей, люди призвали на помощь молочнокислые бактерии, которые перерабатывают лактозу. Заквашивать молоко начали в незапамятные времена. В Азии едят только кисломолочные продукты, в которых лактозы практически нет, а цельного молока не пьют совсем.

Почему кисломолочные продукты хранятся дольше? Молоко не рассчитано на хранение. В естественных условиях оно попадает из соска прямо в ротик. А на молоке, которое в рот не попало, быстро начинают размножаться бактерии (мир просто кишит ими, а молоко очень питательно). И тут уж как повезет. На молоке могут поселиться бактерии, которые разрушают молочные белки и углеводы, преобразуя их в горькую масляную кислоту и уксус. Такое молоко очень неприятно на вкус, дурно пахнет и неприятно выглядит. Но в молоко могут попасть и другие бактерии. Они не разрушают молочные белки, а лактозу преобразуют в молочную кислоту. В кислой среде белки молока начинают сворачиваться (нагревание ускоряет этот процесс), и получается вполне съедобный творог. Многие молочнокислые бактерии не любят конкуренции и синтезируют антимикробные пептиды, называемые бакериоцинами, которые не дают жить другим микроорганизмам. Поэтому кисломолочные продукты хранятся дольше свежего молока.

Заметив, что заквашивание сохраняет молоко, люди стали применять этот процесс себе на благо. Большинство кисломолочных продуктов — результат деятельности бактериального содружества, тщательно подобранного и бережно сохраняемого. Например, в сотворении йогурта участвуют термофильный стрептококк и болгарская палочка, а кефира — молочнокислые бактерии и дрожжи (благодаря деятельности дрожжей в кефире есть спирт). У каждого народа свои рецепты. Используя молоко разных видов животных, разные микробные культуры и разные способы закваски, человек изготавливает сотни видов молочных продуктов: простоквашу, масло, сметану, брынзу, бесчисленное множество сыров и так далее.

А почему творог становится горьким? Потому, что ничто не вечно. Даже в кисломолочных продуктах развиваются наконец вредные бактерии, и на сметану кисломолочному брожению приходит маслянокислая. Тогда творог горчит — это означает, что продукт начал портиться.



Почему молоко хранили в глиняных кринках? Есть ли здесь какая-то хитрость, или просто не было другой посуды? Конечно, люди разработали и способы хранения цельного молока. Они быстро усвоили, что в теплом месте молоко портится гораздо скорее, чем на холоде. Когда не было холодильников, молоко разливали по кринкам и ставили в погреб. Глиняные кринки помогали сохранить молоко прохладным. У необливной керамики стенки пористые, потому через поры из молока постоянно испаряется вода. А испарение идет с охлаждением, так что кринка с молоком всегда была прохладная.

Зачем в молоко сажали лягушку? Чтобы оно было холодным? Лягушку действительно использовали как живой холодильник, а также для того, чтобы защитить молоко от скисания, как ни парадоксально это звучит. Дело в том, что кожный секрет лягушки выделяет бактериальный яд — фермент лизоцим. Так лягушка охраняет от бактерий себя, а заодно и молоко. Кстати, лизоцим есть и в сырых яйцах, и в наших слезах, и в редьке. Но молоко с редькой, подсолненное слезами, вряд ли вкусно.

Можно ли замораживать молоко? Если молоко лучше сохраняется на холоде, может быть, для длительного хранения его лучше заморозить? Нет, делать этого не стоит. Ведь молоко — устойчивая белково-жировая эмульсия, то есть взвесь белков и жировых капелек в воде. При замораживании вода вымерзает, образуя ледяные кристаллики, и взвесь просто перестает существовать. Часть белков при этом свернется. Поэтому при размораживании прежней эмульсии уже не получится, испорченные белки осадут, а это уже и не молоко.

Почему убегают молоко? Когда исчерпаны возможности холода, на помощь приходит жар. Кипячение убивает все попавшие в молоко бактерии, но этот процесс требует неослабного внимания. Молоко имеет безобразное свойство убежать. Почему? Потому, что в кастрюле с кипящим молоком происходит тепловой взрыв. На поверхности нагреваемого молока начинается интенсивное испарение воды. В верхнем, обезвоженном слое белки сворачиваются, склеиваются и образуют пленку, которая мешает отводить тепло. Образование пленки на поверхности молока хорошо заметно. Это верный признак, что с кастрюли уже нельзя спускать глаз. Такие же пленочки образуются вокруг воздушных пузырьков, которыми бурлит молоко. В результате каждый пузырек оказывается в прочной термоизолирующей оболочке. Воздух в пузырьке нагревается, а наружу тепло не выходит — оболочка мешает. В результате режим отвода тепла в горячем молоке нарушается — его задерживают пленка и пузырьки с воздухом. В какой-то момент молоко перегревается, и происходит тот самый маленький тепловой взрыв. Мы говорим: «Молоко убежало».

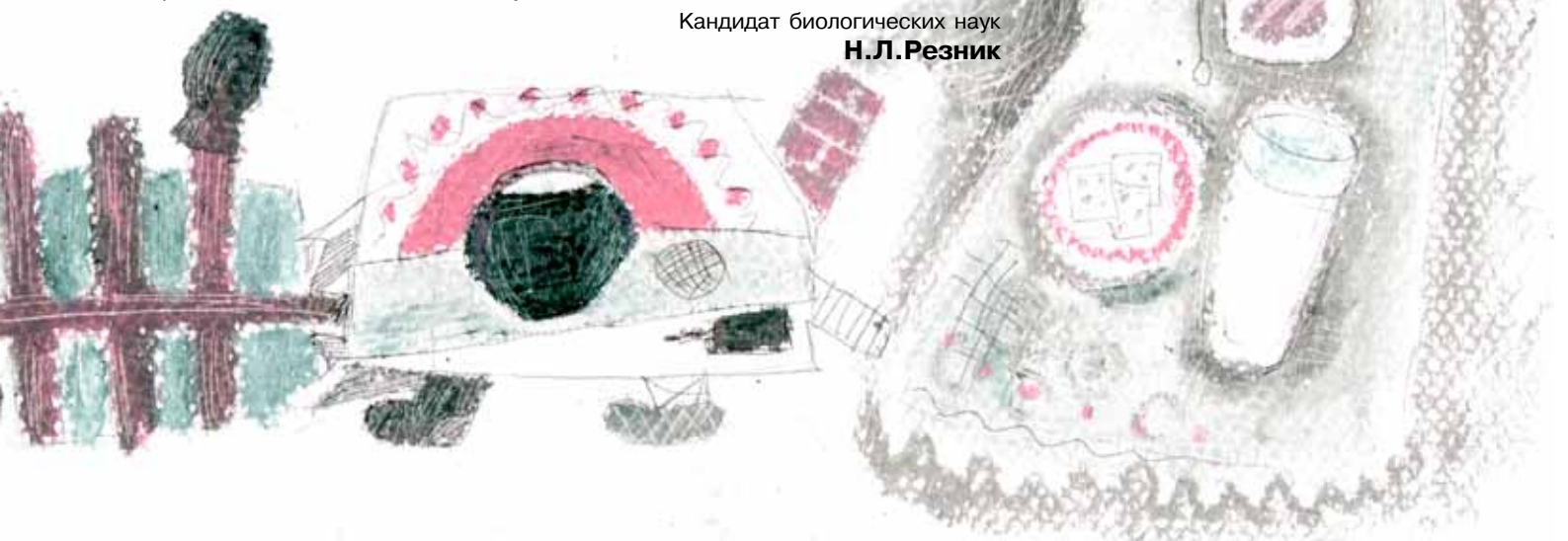
Тепловой взрыв в промышленных масштабах превратился бы в небольшую техногенную катастрофу. Поэтому на молокозаводах молоко не кипятят в кастрюлях, а используют другие способы борьбы с бактериями: стерилизацию и пастеризацию.

Какая разница между пастеризованным и стерилизованным молоком? Пастеризация — это длительное прогревание молока при 80°C. При такой температуре погибают живые бактерии, но их споры остаются. Поэтому пастеризованное молоко можно хранить дня три, не больше. Стерилизация, как следует из названия, более глубокий и основательный процесс обеззараживания. Молоко нагревают до более высоких температур, да еще под давлением. При таких условиях погибает практически все — и живые бактерии, и споры. Но и такое молоко нельзя хранить вечно. Рано или поздно бактерии в нем обязательно заведутся.

Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник



**НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ**





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Обучение на чужих ошибках

Оказывается, в нашем мозгу есть специальный механизм, позволяющий обучаться на чужих ошибках. Об этом свидетельствует исследование, которое провели ученые из Нью-Йоркского университета во главе с профессором Элизабет Фелпс (агентство «AlphaGalileo», 14 марта 2007). А искали они ответ на вопрос: насколько силен страх, который мы переживаем, не лично схватившись, скажем, за раскаленную железку, а всего лишь наблюдая, как это делает другой человек.

Участники исследования просматривали короткий видеофильм. Его суть заключалась в том, что артисту время от времени показывали на экране монитора цветной квадрат и в тот же момент били его слабым током, что вызывало хорошо заметные неприятные ощущения. Затем зрителям объяснили, что теперь они сами будут участвовать в таком эксперименте. Им действительно показывали цветные квадраты, а вот током не били.

Однако переживание за судьбу артиста не прошло даром: люди боялись появления изображения — предвестника боли. Это происходило независимо от рассуждений, а в мозгу у них была возбуждена миндалина, или амигдала, — структура, которая отвечает за многие эмоции, в частности за чувство страха. Она вела себя так, как если бы испытуемого по-настоящему ударили током. Стало быть, и когда человек познает опасность на собственной шкуре, и когда он получает наглядную информацию о ней, срабатывают одни и те же нервные механизмы. Они и обеспечивают то самое прямое обучение, которое позволяет избежать ошибок, сделанных другими.

С.Анофелес

Пишут, что...



...для систем космической связи разработан новый способ защиты информации от ошибок: понижение значений несущей частоты в сочетании с разносенным приемом на пять антенн («Космические исследования», 2007, т.45, № 1, с.59—66)...

...на интернет-странице проекта NSVS, цель которого — обзор звездной переменности северного полушария неба, можно найти кривую блеска любой звезды и сделать астрономическое открытие без помощи телескопа (<http://skvdot.lanl.sov/nsvs/nsvs.php>, «Земля и Вселенная», 2007, № 1, с.3—9)...

...в настоящее время регулярные измерения концентрации парниковых газов выполняют на 230 наземных станциях, в то время как России принадлежат всего три: две на островах и одна океаническая («Оптика атмосферы и океана», 2007, т.20, № 1, с.53—61)...

...важная особенность наносистем, которая отличает их от просто маленьких объектов, — эффект размерного квантования: качественное изменение свойств вещества при изготовлении из него наноматериала («Вестник РАН», 2007, т.77, № 1, с.3—10)...

...в РХТУ им.Д.И.Менделеева разработан виртуальный лабораторный практикум, позволяющий имитировать процесс гидродинамики псевдооживленного слоя («Информационные ресурсы России», 2007, № 1, с.21—23)...

...большее количество детей в семье статистически связано со сниженной жизнеспособностью у родителей, причем у матерей она снижается заметнее, чем у отцов («Proceedings of the National Academy of Science of the USA», 2007, т. 104, № 2, с.553—558)...

...женщины, способные лучше контролировать свое поведение, с более высокой вероятностью переносят беременность без осложнений («Психологический журнал», 2007, т.28, № 1, с.70—82)...

...создан новый метод предсказания функционально важных участков белка



по его первичной структуре; к программе, выполняющей эту задачу, имеется свободный доступ в Интернете («Молекулярная биология», 2007, т. 41, № 1, с.137—147, <http://bioinf.fbb.msu.ru/SDPsite>)...

...предложена гипотеза, согласно которой первопричина всех явлений, связанных со старением у млекопитающих, — это запрограммированное превращение клеток радиальной глии нервной ткани в звездчатые клетки («Журнал общей биологии», 2007, т.68, № 1, с.35—51)...

...скачкообразные изменения голоса в подростковом возрасте происходят не только у людей, но и у птиц, в частности у японского журавля («Природа», 2007, № 2, с.23—29)...

...в Израиле создали подвижного робота, который умеет бросать ручную гранату и держать автомат («New Scientist», 2007, № 2596, с. 29)...

...в Москве доходы 10% наиболее обеспеченных горожан в 39 раз выше, чем у 10% наименее обеспеченных («Экономика и математические методы», 2007, т.43, № 1, с.113—128)...

...освоение научного знания культурой происходит на аналоговом уровне: неспециалист воспринимает не букву, а дух научного открытия («Наука и инновации» НАН Беларуси, 2006, № 12 (46), с.5—11)...

...в базе данных «Science Citation Index» представлено около 10% всей российской научной периодики («Вестник ДВО РАН», 2006, № 6, с.149—157)...

...важную роль в научном познании играет вера, причем не только в процессе выдвижения парадигмы, теории или гипотезы, но и в ходе их принятия научным сообществом («Вопросы философии», 2007, № 2, с.14—19)...

...в трех британских университетах можно получить ученую степень по гомеопатии («Nature», 2007, т.446, № 7134, с.352—353)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Слоеная летопись

Петух в известной басне никак не мог придумать, что ему сделать с жемчужным зерном. Ученые куда более изобретательны. Они знают, как исследовать жемчуг с пользой для науки, а уж зерна древней пыльцы для них — сущий клад, где бы те ни находились — хоть в навозной куче, хоть в иле под водой. Второй случай особенно интересен палеоклиматологам.

На дне озера Ван в Турции чередуются летние и зимние слои осадков. Летом они состоят в основном из известняка, в который попадает пыльца растений, а зимой — из глины. Слои четко различаются по окраске: одни светлые, другие — темные. Но самое важное то, что пока вокруг озера бушевали войны и нашествия племен, а на его поверхности то и дело разыгрывались шторма и бури, на дне царили тишина и спокойствие, и на него тихо сеялся песок вечности. В результате получился «пирог» толщиной ни много ни мало 400 метров. Это соответствует примерно 800 тысячам лет. В те далекие времена человека современного вида на Земле еще не было, и наши далекие предки, скорее всего, не забирались из Африки в такие дикие северные места.

И вот озеро ожидает новое нашествие. Международная команда ученых под руководством профессора Литта из Боннского университета хочет установить на озере Ван плавучую буровую платформу и добыть из его дна керн — колонку осадка высотой не менее 250 метров (пресс-релиз Боннского университета). Сделать это нужно очень аккуратно, чтобы не перемешать слои.

И тогда они расскажут историю климата здешних мест, а стало быть, и всей Евразии. По толщине слоев и составу пыльцы можно будет догадаться, какие растения здесь цвели и какой климат был в каждый из годов за последние полмиллиона лет. В объектах изучения недостатка нет: в порции ила размером с кусочек сахара содержится до 200 тысяч зерен пыльцы, считай — не хочу. Наружная часть пыльцевого зерна очень устойчива и легко переживает самые разные катаклизмы.

Свое слово скажут и неорганические частицы осадка. Они поведают, например, когда происходили извержения вулканов, находящихся неподалеку от озера. Пробное бурение показало, что за последние 20 тысяч лет такое случилось не менее 15 раз.

М.Литвинов



Л.Л.ГОРЯЧЕВОЙ, Смоленск: *Рецепт ручного изготовления декоративной бумаги в принципе прост: размочите в воде бумажные салфетки или упаковочный картон, измельчите в кашу, добавьте немного клея ПВА, по желанию краску или наполнитель вроде травинки или перышек, распределите массу на твердой поверхности, дайте стечь, спрессуйте и высушите; сделать тонкую и гибкую бумагу таким способом вряд ли удастся, но красивый картон для поделок — запросто.*

С.Н.СМИРНОВУ, Серпухов: *Ни клея, ни мастики, которые удерживали бы изразцы на поверхности уже сложенной печи, не существует; изразцами облицовывают печь в процессе кладки, закрепляя их штырями и проволокой.*

А.Н.СМЕЛЯНСКОМУ, Санкт-Петербург: *Из всех упомянутых вами методов «улучшения» воды научно обосновано только помещение в чистую кипяченую воду серебряного предмета, поскольку ионы этого металла обладают бактерицидными свойствами; относительно камней и золотых предметов ничего сказать не можем.*

Ю.С.ЛЕВИНУ, Екатеринбург: *Что касается орангутанов, то в «Русском орфографическом словаре» РАН указаны обе формы этого слова, и «орангутан», и «орангутанг», поэтому выбранный нами вариант — не ошибка; с другой стороны, ваши аргументы вполне убедительны, так что в будущем мы остановимся на варианте без «г».*

Н.Ф., вопрос из Интернета: *Действительно, писатель Борис Акунин ошибся, змеи не закрывают глаза, когда спят, да и вообще не могут этого делать, поскольку веки у них прозрачные и сросшиеся; но, думается, зоологическую неточность Акунину можно простить за отличное знание русской истории и литературы.*

ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ: *По итогам опроса, проведенного журналом «The Minerals, Metals & Materials Society» (см. «Химию и жизнь», 2006, № 11), самым главным событием в материаловедении стало открытие Периодической системы, второе место заняла выплавка железа, а третье и четвертое разделили создание транзистора и получение стекла.*

ВСЕМ СОЧУВСТВУЮЩИМ: *Мы очень тронуты, дорогие друзья, особенно предложениями материальной помощи, но, честное слово, в этом нет необходимости: С.П.Капица, выступая по телевидению, что-то перепутал, в денежных подарках мы не нуждаемся — наших доходов нам хватает, чего желаем и коллегам.*

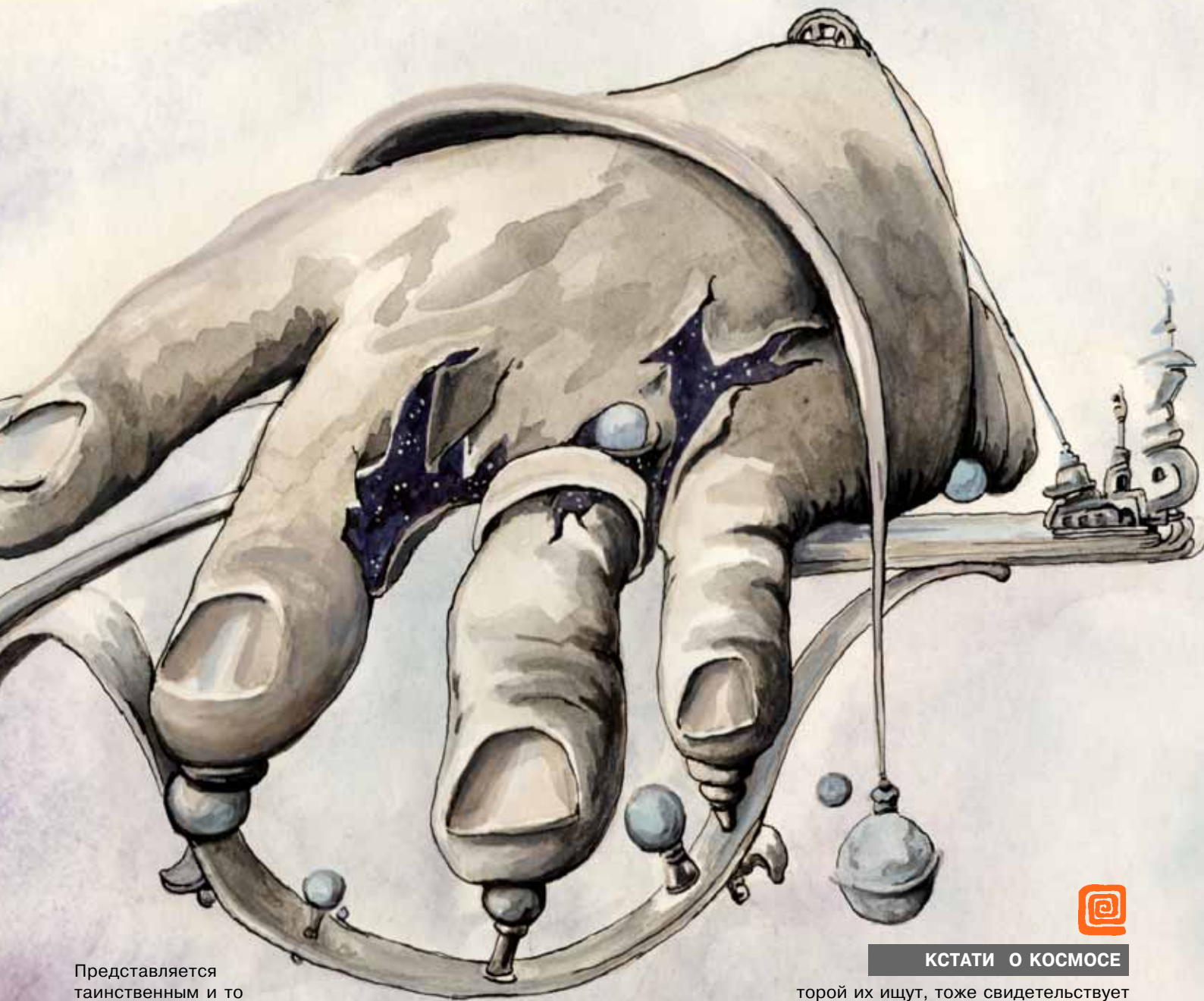
Людей, которые хотят лететь в космос, можно разделить на три группы. Первые, прагматики, надеются добыть там ресурсы, которые позволят решить проблемы нашей цивилизации. В лучшем случае — посадить на Марсе яблони и создать для землян убежище, вторую Терру, чтобы улететь туда, если первую погубит какой-нибудь природный или антропогенный катаклизм. Вторые, назовем их спортсменами, видят смысл не в освоении, а покорении космоса. Они мечтают подчинить себе пространство, своими глазами увидеть чужие звезды чужого мира или хотя бы первыми среди всех землян прокатиться на лыжах по неимоверным ледникам марсианского Олимпа. Третьи — мечтатели — хотят лететь в космос за тайной. А космос действительно полон загадками: начиная с того, что он на 90% наполнен неизвестно чем — темной материей и темной энергией, разгадав тайну которых человечество узнает какую-то совсем иную, новую физику, и кончая теми артефактами, что мерещатся ксеноархеологам в фотографиях некоторых участков Луны и Марса.

Однако главная загадка состоит в другом. Вот как о ней говорит доктор физико-математических наук И.Г.Митрофанов из Института космических исследований РАН, руководитель российского эксперимента ХЕНД, который позволил в 2001 году обнаружить под поверхностью Марса большое количество водяного льда:

«Главная тайна космоса — это происхождение жизни. На рубеже веков мы вывели в космос, где условия наблюдения чрезвычайно хороши, множество мощных телескопов. С их помощью мы увидели совсем иную Вселенную. Мы доставили автоматы-исследователи на Луну, Марс, Венеру. Однако так же, как и ранее, мы не нашли никаких следов не то что других цивилизаций, но даже примитивной инопланетной жизни. Стало быть, либо мы совсем ничего не понимаем в том, что видим в космосе, либо жизнь на Земле и в самом деле уникальна.



Космос — это загадка



Представляется таинственным и то обстоятельство, что параметры нашего мира весьма элегантно подобраны «под нас». Тот же Марс движется по вытянутой орбите, да вдобавок его ось вращения способна так смещаться, что каждые 20 тысяч лет экватор оказывается самым холодным местом планеты: солнечные лучи проходят вдоль него по касательной. Жить в таком нестабильном климате тяжело. У Земли орбита круговая, а огромная Луна стабилизирует вращение нашей планеты. Маленькие луны Марса — Фобос и Деймос — такую стабилизацию обеспечить не могут.

Совершенно неясно и то, откуда взялась Луна. Считается, что ранняя Земля могла захватить своим гравитационным полем пролетавшее мимо космическое тело. Но у такого тела орбита должна быть эллиптической. Что сделало ее круговой? Почему ось вращения Луны наклонена к плоскости эклиптики всего на $1,5^\circ$ и на ее полюсах имеются идеальные условия для будущей лунной базы землян? Все это очень странно.

Если же говорить об артефактах на той же Луне, то настойчивость с ко-

торой их ищут, тоже свидетельствует о том, что жизнь — главная загадка космоса. К сожалению, всегда есть вероятность найти на миллионах фотографий поверхности планет какой-нибудь природный объект, очертаниями похожий на искусственный. Можно придумывать критерии, позволяющие их различать, но однозначный ответ удастся получить, только потрогав предполагаемый артефакт руками. Разгадка тайны происхождения жизни — это именно то, ради чего стоит рисковать, отправляя в космос экспедиции с участием человека».

П.Данилов

КСТАТИ О КОСМОСЕ

14-я международная выставка
химической индустрии

Х И М И Я

3-7 сентября

www.chemistry-expo.ru



**Центральный
выставочный
комплекс
"ЭКСПОЦЕНТР"**

2007



ОРГАНИЗАТОР:

EXPOCENTR

при содействии
ЗАО "Росхимнефть"

При поддержке

- Министерства промышленности
и энергетики РФ
- Российского союза химиков

**Экспоненты - более 900 фирм
организаций из 29 стран**



**ЦВК "Экспоцентр"
123100, Россия, Москва,
Краснопресненская наб., 14
Тел.: (495) 255-37-99, 255-25-28
Факс: (495) 205-60-55
E-mail: mir@expocentr.ru
chemica@expocentr.ru
www.expocentr.ru**