



К

2013

НЗЖ И РИМНХ







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

**НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:**

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

**Редакторы и обозреватели**

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

**Технические рисунки**

Р. Г. Бикмухаметова

Подписано в печать 25.1.2013

**Адрес редакции**

105005 Москва, Лефортовский пер. 8

**Телефон для справок:**

8 (499) 267-54-18

**e-mail:** redaktor@hij.ru

<http://www.hij.ru>

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

© АХО Центр «НаукаПресс»



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —  
работа Хуана Миро «Метаморфозы».*

*Считать калории намного труднее,  
чем сантиметры: природа вносит  
коррективы в простые формулы  
энергетической ценности пищи.*

*Читайте об этом в статье «Калория и  
ее история».*

*Деньги — как навоз:  
если их не разбрасывать,  
от них будет мало толку*

*Фрэнсис Бэкон*

# Содержание

**Проблемы и методы науки**

ОРГАНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА. А. В. Кухто..... 2

**Элемент №...**

ИРИДИЙ: ФАКТЫ И ФАКТИКИ. А. Мотыляев..... 8

**Вещи и вещества**

КИРЗА. Г. М. Глезер..... 10

**Страницы истории**

РУССКИЙ СНАРЯД ПРОТИВ АНГЛИЙСКОЙ БРОНИ. А. Н. Иванов..... 13

**Архив**

БРОНЕБОЙНОЕ ДЕЛО. Д. К. Чернов..... 14

**Земля и ее обитатели**

КАК СТРЕЛЯЕТ ЖУК-БОМБАРДИР. С. Анофелес..... 18

**Проблемы и методы науки**

НАКОНЕЦ-ТО: ПРОТИВОЗАЧАТОЧНЫЕ ТАБЛЕТКИ ДЛЯ МУЖЧИН. О. В. Посух..... 20

**Биогенез**

ИСТОРИЯ ВОПРОСА. М. А. Никитин..... 24

**Здоровье**

КАЛОРИЯ И ЕЕ ИСТОРИЯ. Л. Стрельникова..... 26

**Что мы пьем**

НАПИТОК СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ. Н. Л. Резник..... 31

**Проблемы и методы науки**

«ОСТРОВ МАМОНТОВ»

СРЕДИ ВЕЛИКИХ РАВНИН. Е. Н. Мащенко, О. Р. Потапова, Ларри Д. Агенброд..... 36

**Нанофантастика**

ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ. Марина Мартова..... 43

**Земля и ее обитатели**

ГИБРИДЫ, КОТОРЫХ НЕ БЫЛО. Григорий Панченко..... 44

**Земля и ее обитатели**

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СУЩЕСТВА. Н. Анина..... 50

**Ученые досуги**

СОРОК ДНЕЙ. В. Б. Акопян..... 52

**Что мы едим**

ШАУРМА. Н. Ручкина..... 54

**Фантастика**

Я УПАЛ ПОД БАРНАУЛОМ. Юлия Тышкевич..... 56

**Прогулки по истории химии**

МЕТАЛЛЫ АЛХИМИКОВ. И. А. Леенсон..... 64

---

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	7	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
---------------------------	---	------------------	----

---

КНИГИ	49	ПИШУТ, ЧТО...	62
-------	----	---------------	----

---

		ПЕРЕПИСКА	64
--	--	-----------	----

---



# Органическая электроника: вчера, сегодня, завтра

Кандидат физико-математических наук

**А.В.Кухто**



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

*Молекулярный реверс не выдумывал никто, он сам случился. Чем плотней укладывали инженеры ВИС макромолекулы в мозг киборгов, чем компактнее записывали информацию не только на нитях молекул, но и за счет их трехмерного соотношения, тем выше были шансы у реверса. Открыли его тоже случайно, как и создали, — просто однажды обнаружилось, что неповрежденный кибермозг в покоящемся, но неотключенном состоянии восстанавливает прежнее расположение молекул.*

Александр и Людмила Белаш. Война кукол.

## Основания для оптимизма

Химия — наука разветвленная, она тесно переплетается, на верное, со всеми другими. И принято считать, что в наибольшей степени — с биологией и медициной. Однако появилось одно несколько неожиданное направление, где химия играет определяющую роль. Это электроника на основе органических материалов, или просто «органическая электроника». Она использует органические малые и полимерные молекулы, а также дендримеры — разветвленные макромолекулы с регулярной симметричной структурой, с обобщенной п-электронной системой.

Все видят и знают, как бурное развитие полупроводниковой электроники на основе неорганических материалов за последние пятьдесят лет преобразовало жизнь людей. Компьютеры и другие многочисленные электронные устройства проникли во все сферы деятельности. Возможности электроники растут, а размеры устройств уменьшаются. В 1965 году, на заре компьютерной эры, директор одного из отделов исследовательской компании «Fairchild Semiconductors» Гордон Мур предсказал, что количество транзисторов на микросхеме будет удваиваться каждые год-два. Долгое время этот эмпирический «закон Мура» выполнялся, и лишь в последние годы начал вырисовываться физический предел размера элементов схем.

Один из путей решения этой проблемы — электроника на основе отдельных органических молекул. Идея использования отдельных молекул в качестве активных элементов электроники была высказана Фейнманом еще в 1957 году. С одной стороны, поведение молекул весьма сложно и разнообразно, отчего бы им не вести себя, как элементы электроники? С другой стороны, молекула — естественный предел миниатюризации. И многочисленные исследования электрических свойств различных органических материалов открывают путь к новой электронике — предсказание Фейнмана начинает сбываться. Первый шаг сделал в 1974 году Иоахим Ратнер, который наблюдал эффект выпрямления тока, протекающего через молекулу. И новое направление начало развиваться.

А уже в 1977 году Алан Хигер, Алан Макдиармид и Хидеки Ширакава с соавторами опубликовали знаменитую статью о

проводящих свойствах полиацетилена, обработанного парами галогенов (см. «Химию и жизнь», 2000, № 6). Эти трое ученых получили Нобелевскую премию по химии 2000 года «за открытие и исследования электропроводящих полимеров».

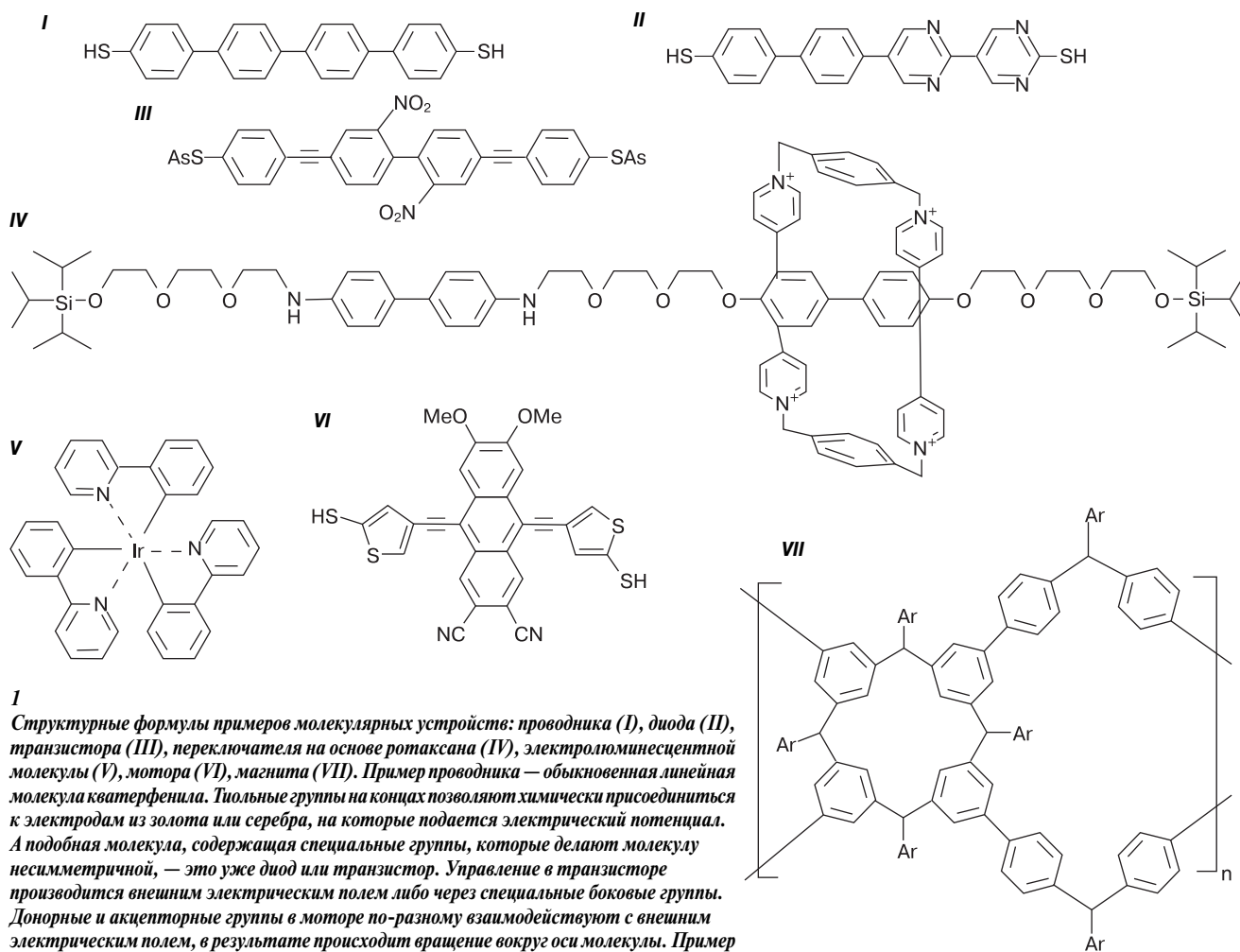
Сложных органических молекул очень много, их свойства — химические и электронные — весьма разнообразны. Можно синтезировать миллионы различных молекул, заменяя в них отдельные блоки, как в детском конструкторе, и создавать таким образом большие (полимеры и дендримеры) и малые молекулы, тонко дифференцируя их функции. Многие молекулы можно легко растворять в химических растворителях и этим раствором, как чернилами, печатать схемы (например, солнечные элементы — см. «Химию и жизнь», 2008, № 3) на принтерах. Уже это одно создает колоссальные технологические и экономические преимущества. Дешевизна материалов и производства открывает перед органической электроникой новые области применения.

Типичные же недостатки органических материалов — дрейф параметров и низкая подвижность зарядов. Поэтому про органические СВЧ-транзисторы не заикаются даже фантасты... Впрочем, и без них — непочатый край работы и множество применений. Стабильность материалов в результате поисков увеличивается, хорошие результаты дает также сочетание достоинств органических и неорганических материалов в органо-неорганических нанокompозитах. С другой стороны, многие электронные устройства в настоящее время быстро устаревают морально и поэтому требуют значительно меньше часов наработки.

## Что уже внедрено

Сегодня органическая электроника — одно из самых новых и перспективных направлений в электронике в зоне контакта (иногда говорят «на стыке», но как раз «стыка» быть не должно) физики твердого тела, молекулярной физики и органической химии. Она ставит своей целью перевод электронных устройств на новую элементную базу. В этой огромной области работают почти все ведущие научные центры и многочисленные большие и малые фирмы во всех развитых и многих развивающихся странах мира.

Электронные устройства на основе ансамблей органических молекул разрабатываются и исследуются последние годы очень широко. Созданные устройства легко интегрируются в обычную электронику, результат быстро выходит на рынок. Лучший пример — органические электролюминесцентные диоды. В них происходит рекомбинационная люминесценция электронов и дырок, образующихся при инъекции с электродов. Весьма вероятно, что такой диод есть у вас в кармане — это дисплей сотового телефона и цифрового фотоаппарата. Уже начат промышленный выпуск микродисплеев, телевизоров и других устройств отображения информации на таких диодах, которые уверенно вытесняют жидкокристаллические (кстати, рабочий элемент в них — органические жидкие кристаллы). Эффективность лучших электролюминесцентных устройств перевалила через от-



**1**  
 Структурные формулы примеров молекулярных устройств: проводника (I), диода (II), транзистора (III), переключателя на основе ротаксана (IV), электролюминесцентной молекулы (V), мотора (VI), магнита (VII). Пример проводника — обыкновенная линейная молекула кватерфенила. Тиольные группы на концах позволяют химически присоединиться к электродам из золота или серебра, на которые подается электрический потенциал. А подобная молекула, содержащая специальные группы, которые делают молекулу несимметричной, — это уже диод или транзистор. Управление в транзисторе производится внешним электрическим полем либо через специальные боковые группы. Донорные и акцепторные группы в моторе по-разному взаимодействуют с внешним электрическим полем, в результате происходит вращение вокруг оси молекулы. Пример молекулярного магнита — высокоспиновый полирадикала

метку 20%, это больше, чем у люминесцентных ламп. Срок их службы достигает 20—50 тысяч часов, что дает возможность использовать их для освещения; дополнительные преимущества — отсутствие ртути и мгновенность включения. Поэтому очень быстрыми темпами идет разработка различного рода осветительных устройств, и возможно, что люминесцентные лампы уступят место под солнцем именно им. Кстати...

## Место под солнцем

Другое важное направление органической электроники, которое входит в фазу коммерциализации, — солнечные элементы. В наиболее часто встречающемся типе солнечных элементов действующее вещество — смесь полимеров, которые поглощают солнечное излучение и выделяют электроны. Их «собирают» фуллерены или другие соединения, и затем они поступают во внешнюю цепь. Эффективность лучших лабораторных образцов таких элементов — 8% (у «тандемных» элементов, состоящих из двух частей, которые поглощают свет в коротковолновой и длинноволновой областях спектра, — 11%), это меньше, чем у неорганических элементов, но дешевизна органических конкурентов делает их производство выгодным даже при эффективности 3%. Органические материалы применяются и в так называемых сенсibilизированных солнечных элементах, эффективность которых также достигла 11%. Такие солнечные элементы состоят из нанокристаллов оксида титана, покрытых светопоглощающими молекулами органического красителя и погруженных в раствор электролита. Свет, попадающий на краситель, высвобождает электроны и создает

«дырки» — области положительного заряда. А полупроводящие частицы оксида захватывают и переводят их во внешнюю цепь, создавая электрический ток.

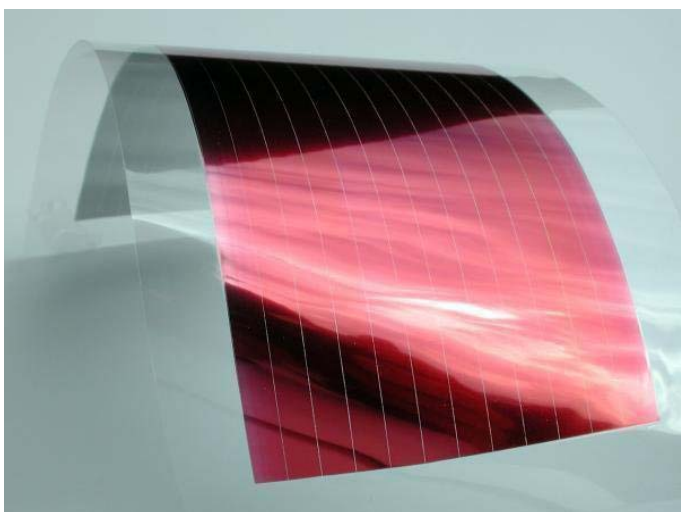
А еще органические солнечные элементы можно будет даже встроить в одежду. Аккумулятор на бок, фонарь на лоб, и можно читать «Химию и жизнь» круглые сутки!

## Гладко будет на этой бумаге

Еще одно простое и перспективное устройство, имеющее множество применений, — электронная бумага. Это технология отображения информации, основанная на электрофорезе и разработанная для имитации обычной печати на бумаге. Благодаря работе в отраженном свете электронная бумага потребляет мало энергии, она тонкая и не требует подсветки. Созданное на экране изображение может сохраняться долго — до нескольких недель, не требуя при этом каких-либо затрат энергии. Такая бумага представляет собой тонкую жидкую пленку из электрохромного материала — электронных чернил, расположенную между двумя электродами, один из которых прозрачный. Электронные чернила — это прозрачный жидкий гель, который содержит микрокапсулы, наполненные белыми и черными микрочастицами. Они заряжены и поэтому реагируют на полярность приложенного напряжения. Электронные книги позволяют сберечь миллионы деревьев, используемых для производства обычной бумаги. Таков классический вариант электронной бумаги, но добавление в эту систему органической тонкопленочной системы управления сильно увеличило ее возможности, сделав ее цветной.



2  
Телевизор (а), осветительное устройство (б), солнечная батарея (в), произведенные с использованием органических материалов



## И проводники, и полупроводники, и даже сверхпроводники

В ходе упорных поисков был найдено несколько новых органических электропроводных материалов и структур, что иногда очень удобно — прозрачных. Их можно разделить на четыре группы. Первая — проводящие олигомеры и полимеры: политиофен, полианилин и другие. Это длинные сопряженные молекулы, в которых электрон переносится по цепи  $\pi$ -связей. В так называемом высокопроводящем состоянии многие системы на основе органических молекул такого типа могут пропускать ток с плотностью свыше  $10^6$  А/см<sup>2</sup>, что соответствует металлической проводимости. Ко второй группе относятся донорно-акцепторные органические проводники различной природы с проводимостью порядка  $10^2$ — $10^3$  1/Ом·м — конечно, не «металл», но для многих применений достаточно. Однако при низких температурах некоторые из них являются сверхпроводниками. Третья группа — углеродные материалы: фуллерены, нанотрубки, графен и полимерные наноконкомпозиты на их основе. Напомним, что длина одностенных нанотрубок достигает микрометров при диаметре около 1 нм и на отрезках по 150 нм сохраняются металлические свойства, проводимость приближается к проводимости металлов.

Наконец, четвертая группа — ионные проводники, то есть проводники, в которых ток переносят не электроны, а ионы.

Органические материалы ныне используются в диодах, транзисторах, гибких интегральных микросхемах, разрабатываются радиочастотные метки, активно ведутся работы по созданию тонкопленочных полимерных быстро заряжаемых батарей с высокой емкостью, фото- и электрохромных окон. Из органического материала удалось изготовить магниты и даже создать первый электрический лазер на основе органического материала. Благодаря высокой чувствительности молекулярных электронных устройств к свету их можно использовать для моделирования процесса фотосинтеза и разработки нового класса приемников изображения, принцип действия которых будет напоминать работу человеческого глаза.

Молекулярные устройства можно применять также в качестве селективных сенсоров, реагирующих только на определенный тип молекул. Такие сенсоры необходимы в экологии, промышленности, медицине. Сенсор из органических молекул значительно легче вживлять в организм человека, чтобы контролировать его состояние. Уже существуют молекулярные сенсоры для поиска мельчайших следов взрывчатки. Органические молекулы служат основой для создания электромеханических устройств, в частности искусственных мышц. На основе молекулярных структур созданы молекулярные двигатели. Суперминиатюрная конструкция одного из них состоит из трех частей: иона металла и двух молекул порфирина. При определенной температуре ион притягивает с двух сторон молекулы, и под воздействием света и электрического напряжения они начинают вращаться. Предложены также другие конструкции молекулярных двигателей, в которых одна часть молекулы вращается относительно другой в электрическом поле. Таким образом, одиночные молекулы могут быть такими же устройствами, как и устройства на основе твердых тел, состоящих из этих молекул. Данное свойство вытекает из сравнения системы энергетических уровней одиночной молекулы и твердого тела. Несколько примеров молекул, используемых в качестве молекулярных устройств, представлено на рисунке 1.

Регулярно появляются сообщения о разработке новых и новых уникальных устройств, да и наша рубрика «В зарубежных лабораториях» не остается в стороне. Однако человек всегда мечтает о новом компьютере — если не выше, то хоть быстрее и сильнее.

## Почти живой компьютер

Многочисленные исследования с органическими молекулами направлены также на создание новых типов вычислительных и информационных устройств — молекулярных компьютеров, в которых рабочими элементами являются отдельные молекулы. Такие молекулярные компьютеры в принципе могут быть в миллиарды раз более производительными, чем существующие вычислительные устройства, основанные на кремниевых транзисторах, и их будет легче соединить с биологическими объектами.

Компьютер состоит из компонентов трех главных типов — это переключатели (ключи, транзисторы), элементы памяти и проводники. Бистабильные молекулы, то есть молекулы, имеющие два (или более) термодинамически устойчивых состояния, могут стать элементарной базой нового поколения компьютеров. Такие молекулы могут управляться светом, электрическим полем и химическими реакциями; у некоторых из них при переключении электронная конфигурация перестраивается кардинально, а геометрия остается почти прежней. Для управления можно использовать также процессы цис-транс-изомеризации, перациклических превращений, переноса электрона и протона. Эффективные молекулярные переключатели основаны на фотохромных соединениях, которые изомеризуются при переходе в высшие возбужденные электронные состояния. Пример — переключатель на основе ротаксана: молекулу ротаксана, имеющую форму кольца, удалось насадить на ось, линейную молекулу. Получен красивый и принципиально важный физический эффект: при наложении поля молекула закручивается, ее сопротивление меняется и она начинает пропускать ток. При снятии поля молекула раскручивается в обратную сторону и возвращается в исходное состояние. Другой пример — переключатель на основе молекулы катенана, которая состоит из двух циклов, продетых один сквозь другой подобно звеньям цепи. Цикл окисления-восстановления катенана можно совершать 10—20 тысяч раз без заметного разрушения супрамолекулярной системы.

Память молекулярного компьютера может быть основана на тех же принципах, что и переключатели, то есть на бистабильных молекулах. Создание молекулярных устройств памяти является в настоящее время наиболее развитой областью. Причем в молекулярных компьютерах можно будет записывать оптическую информацию не только на поверхности активной среды, как это делается в настоящее время, но и в объеме, память станет трехмерной. Приводить конкретные данные в журнальной статье бесполезно, поскольку сообщения о новых достижениях появляются слишком часто и значения потенциальной емкости уже превзошли данные для полупроводниковых устройств. Еще одно новое направление (так называемая спинтроника) основано на использовании спина электронов у магнитных органических молекул. За счет спин-орбитального взаимодействия магнитный момент может прецессировать, сохраняя определенное направление. Направление намагниченности молекулы можно изменять, то есть записывать информацию, с помощью электрического поля. Информация, закодированная в спинах электронов, сохраняется и после выключения устройства; для ее обработки не требуются магнитные поля, а для ее записи достаточно мизерных затрат энергии.

Так что проблема уже состоит не в принципиальной реализуемости, а в создании устройства — «коробочки с разъемом». Для этого надо научиться соединять новое с классическим или... или сделать нечто целиком новое. Целиком органическое.

## Как соединить

Соединять надо проводниками. Например, молекулярные проводники должны обеспечивать сообщение между молекулярными транзисторами и молекулярными же устройствами памяти. Разрабатываются три типа молекулярных проводников: электропроводные молекулярные и полимерные проводники, донорно-акцепторные комплексы, ионные молекулы. Можно для начала попробовать использовать обычные проводники, но стандартные технологии для работы с молекулами не годятся. В настоящее время разработано несколько реальных способов присоединения одиночных молекул к системе неорганических проводников. Если же мы захотим создать чисто органическую систему, нужно использовать принцип молекулярного распознавания, ответственный за самосборку и самоорганизацию сложных ансамблей и агрегатов молекул.

Этот же принцип лежит в основе происхождения жизни, и именно его использует природа. Молекулы и атомы являются стандартными образованиями, молекулы одного сорта одинаковы, поэтому в принципе можно получить очень хорошую воспроизводимость параметров элементов.

Самый сильный конкурент органической электроники по направлению роста вычислительных мощностей — квантовый компьютер. Сравнить эти два направления более чем сложно, но одно различие налицо: до создания квантовых компьютеров, в которых управлению подлежат отдельные атомы, еще далеко, а управление на молекулярном уровне уже осуществлено.

Впереди — создание нейронных сетей, состоящих из нейронов и связывающих их синапсов. Создание средствами молекулярной электроники искусственных нейронов, различного типа сенсоров, включенных в единую сеть, откроет путь к реализации всех потенциальных возможностей, заложенных в нейрокомпьютерной идеологии, позволит создать принципиально новый тип информационно-вычислительных систем и подойти вплотную к решению проблемы создания искусственного интеллекта. Ориентация на возможности молекулярного мира не случайна, ведь именно природа создала за миллионы лет эволюции самые разнообразные молекулы, выполняющие все необходимые для сложного организма функции: сенсорные, логически-аналитические, запоминающие, двигательные. Мозг человека и животных — прямое доказательство перспективности органических молекул как материала, предоставленного самой природой!

Из этого далеко не полного обзора видно, что наступает новая технологическая революция в электронике: элементарные устройства выходят на уровень молекул. Благодаря технологии, которая позволяет печатать электронику на обычных носителях (например, на бумаге, пластмассе и ткани), используя практически любые стандартные процессы печати, она может стать сверхдешевой. Электроника на основе органических молекул уже находит широкое применение в технике и быту. Согласно прогнозам аналитиков, рынок органической электроники увеличится с нескольких миллиардов долларов в настоящее время до 48 миллиардов долларов в 2017-м и порядка 300 миллиардов долларов в 2027 году.

Развитие нового подхода в электронике, основанного на органических материалах, требует решения ряда проблем в трех основных направлениях: разработка физических принципов функционирования электронных устройств (например, транспорта зарядов); синтез новых молекул, способных хранить, передавать и преобразовывать информацию; разработка простых методов организации молекул в супрамолекулярный ансамбль или молекулярное электронное устройство, а также присоединение их к макросистеме. Таким образом, в химии открылось новое направление как фундаментальных, так и прикладных исследований, с перспективой развития новых производств.

### Что еще можно прочитать об органической электронике

А.В.Кухто. Электролюминесценция тонких пленок органических соединений (обзор). «Журнал прикладной спектроскопии», 2003, 70, 151—176.

Handbook of Organic Electronics and Photonics (3-Volume Set), Ed. Nalwa H.S., American Scientific Publishers, 2008.

Gregg S. Kottas, Laura I. Clarke, Dominik Horinek, Josef Michl. Artificial Molecular Rotors. «Chemical Reviews», 2005, 105, 1281—1376.

Makusu Tsutsui, Masateru Taniguchi. Single Molecule Electronics and Devices. «Sensors», 2012, 12, 7259—7298.

А.Л.Бучаченко, Р.З.Сагдеев. Новая область химии — молекулярные ферромагнетики. «Вестник РАН», 2002, 72 (11), 1032—1034. <http://www.wdma.org>; <http://www.elecmol.com>; <http://www.ogatonics.com>; <http://www.oled-info.com>; <http://www.eink.com>; <http://www.technologyreview.com>; <http://www.nature.com>.



**Новый рентген**

*Излучение синхротронного источника в разы уменьшает дозу при рентгенографии груди.*

«Proceedings of the National Academy of Science», 2012, 109 (45), 18290—18294; doi: 10.1073/pnas.1204460109

**С**инхротронный источник — огромный прибор, сопряженный с ядерным реактором. Он дает чрезвычайно мощный луч рентгеновского излучения, чем и пользуются исследователи, добиваясь весьма четкого, зачастую трехмерного изображения структуры объектов при гораздо меньшей дозе облучения. Наконец очередь дошла и до рентгена такого чувствительного к излучению органа, как молочная железа.

Профилактические осмотры этого органа необходимы после определенного возраста, поскольку позволяют вовремя заметить новообразование и ликвидировать его до того, как возникнет раковая опухоль. Однако чтобы не навредить, приходится использовать малые дозы рентгена: получают только плоские изображения, на которых пятая часть новообразований не видна. Томография, дающая трехмерные изображения, могла бы помочь, но доза облучения при ней слишком велика.

Исследователи из Университета Людвиг-Максимилиана в Мюнхене, Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе и гренобльского Европейского синхротронного источника придумали способ получения снимков высокого контраста, который в сочетании с мощным синхротронным рентгеном дает трехмерное изображение при дозе, в 25 раз меньшей, чем при получении обычного двумерного снимка.

К сожалению, сейчас синхротронные источники — уникальные установки. Однако во всем мире идут разработки компактных источников рентгеновских лучей, пригодных для массового производства. С другой стороны, не так давно и ускорители элементарных частиц казались уникальными научными приборами, а теперь в развитых странах они стали привычным средством лечения опухолей с помощью быстрых протонов.

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

**Узор-генератор**

*Датчики и источники электричества для них можно печатать прямо на том устройстве, за которым они следят.*

Агентство «AlphaGalileo», 15 ноября 2012 года

**Р**азвитие электроники привело к тому, что мир опутывает настоящая сеть датчиков. Они способны следить как за техническими устройствами вроде мотора автомобиля, так и за живыми организмами. А связаны датчики друг с другом и с центральным процессором радиоволнами. Однако для обретения полной гибкости и автономности им требуется постоянный источник энергии. В принципе мир переполнен энергией, и идея взять ее из среды, окружающей датчик, весьма перспективна. Главное — знать, как это сделать.

Инженеры из Фраунгоферовского института промышленной технологии и перспективных материалов во главе с доктором Фолкером Цёлмером сделали ставку на термоэлектрические устройства, которые вырабатывают электричество из разности температур. А чтобы не вводить в конструкцию новый крепеж, предлагают печатать генератор принтером непосредственно на той поверхности, которая дает тепло. Поскольку, как правило, именно за ней и требуется следить, то рядом можно напечатать и датчик, и его приемо-передающие устройства связи. При широком распространении этой идеи многие технические устройства, а может, и человеческие тела в недалеком будущем покроются узорами, которые непосвященному будут казаться таинственными магическими символами.

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

**Работа над волнами**

*Корабль можно спрятать от шторма под шапкой-невидимкой.*

Агентство «NewsWise», 16 ноября 2012 года

**О**бычно шапкой-невидимкой пытаются скрыть объект от чьего-то взгляда, то есть работают со световыми волнами. Однако это не единственные волны в окружающем нас мире. Есть еще и звуковые, и волны на воде. Последние — угроза для морских путешественников, да и не только для них. Своего рода шапка-невидимка, заставляющая волны огибать корабль, буровую платформу или поставленный в море ветряк, принесла бы много пользы. Именно ее и предлагает создать Реза Алам, доцент Калифорнийского университета в Беркли.

Он рассуждает так. Слои воды, расположенные на разной глубине, могут отличаться по плотности благодаря разности температур и солености. Это приводит к тому, что между слоями возникают внутренние волны, длина которых больше, чем у волн поверхностных. И если длина волны оказывается много больше размера попавшего в нее объекта, тот ее не заметит.

И поверхностные, и внутренние волны зависят от рельефа дна. Можно рассчитать, как следует изменить его, чтобы перераспределить энергию между этими двумя системами волн. Тогда над таким участком дна шторм наверху утихнет и перейдет вглубь, уже никому не угрожая. Здесь и лодка укроется от непогоды, и платформа сохранит устойчивость.

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

**Борьба с микробами**

*От инфекции спасет краска с молибденом*

«Antimicrobial Resistance and Infection Control», 2012, 1 (35), doi: 10.1186/2047—2994—1—35

**М**икрофлору, поселившуюся в больнице, вывести трудно. Более того, подвергаясь постоянному отбору под действием антибиотиков и дезинфицирующих средств, микробы приобретают устойчивость к лекарствам. Следствие: человек с ослабленным иммунитетом, попав в больницу, может не поправить здоровье, а быстро умереть от полученной там инфекции.

Альтернативные средства борьбы — применение в интерьере больниц металлов. Например, простейшая замена дверных ручек на медные или латунные резко снижает заражение контактным способом. Стены же можно красить составом с частицами коллоидного серебра. Французские исследователи из университетов Тура и Безансона решили расширить список таких веществ за счет металлокислот. В частности, они использовали молибденовую кислоту  $H_2MoO_4$ , которая хоть и слабо растворяется в воде, но все-таки образует ионы гидроксония  $H_3O^+$ , что угнетает микробов. Опыты ставили на культурах возбудителей наиболее известных больничных инфекций, таких, как возбудители пневмонии, золотистый стафилококк и акинетобактер, который вызывает еще и менингит; приводящие к гангрене клостридии; синегнойные палочки; вызывающие кишечные расстройства энтерококки и энтеробактеры; грибок *Candida albicans* и вредная во всех отношениях плесень *Aspergillus fumigatus*. Было установлено, что покрытие с использованием молибденовой кислоты за несколько часов расправляется с микробами, но только с такими, которые не дают спор. Споры же выстояли против химического оружия новой краски.

# Ir Иридий: факты и фактики

**Почему его так назвали?** Соли иридия отличаются многообразием своих расцветок, например IrCl – медно-красный, IrCl<sub>2</sub> – темно-зеленый, IrCl<sub>3</sub> – оливково-зеленый, IrCl<sub>4</sub> – коричневый, IrF<sub>2</sub> – желтый, Ir<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и IrBr – синие. От этого-то он и получил свое название, происходящее от имени греческой богини радуги – Ириды. Открыли же иридий в начале XIX века, когда химики занялись вопросом: чистое ли вещество самородная платина? Получить ответ на этот вопрос нелегко, поскольку платина – благородный металл и очень плохо взаимодействует с химическими веществами. В 1803 году английский химик Уильям Волластон растворил платину в царской водке и выделил из полученного раствора два платиноида – палладий и родий. А год спустя его соотечественник Смитсон Теннант из оставшегося при таком растворении твердого вещества выделил еще два платиноида – осмий и иридий.

**Почему эталоны веса и длины были сделаны из сплава платины с добавкой иридия?** Иридий – один из самых химически стойких элементов: он не растворяется даже в царской водке, и только расплавленная щелочь или перекись натрия способны его расплавить (см. «Химию и жизнь», 1973, № 2). Легче всего образуется треххлористый иридий: для этого порошок металла надо продувать нагретым до 600°С хлором. Чтобы получить оксид, требуется делать то же самое кислородом, но нагретым уже до 1000°С. Добавка 10% иридия к платине придает сплаву необычную химическую стойкость и прочность, поэтому из него и были сделаны эталоны метра и килограмма. Ныне первый уже отслужил свое и заменен длиной волны излучения криптона, а второму замену физики пока не нашли, хотя и ищут. Среди других предметов, вытесненных из обихода научно-техническим прогрессом, – перьевые ручки с пером из сплава платины с иридием: такое перо долго не изнашивалось.

**Сколько иридия на нашей планете?** Это один из редчайших металлов, его содержание в земной коре точно не определено, а оценено в десятиллионную долю процента. Летом 2012 года унция иридия стоила 1085 долларов США, или в полтора раза меньше, чем золото. Со времени

прошлого обращения журнала к этому элементу в 1973 году иридий сильно подешевел — тогда он был в пять раз дороже золота. Мировое производство сильно зависит от спроса и может за считанные годы колебаться от 1 до 6 с лишним тонн.

Как получают иридий? Этот металл и его минералы сопутствуют платине, поэтому его получают при разделении платиноидов, а основы соответствующего процесса заложил член-корреспондент Императорской академии наук Карл Карлович Клаус в середине XIX века. Именно он указывал, что иридий и другие ценные металлы можно добывать из отходов производства платины. Воспользоваться его советом в России не удалось: в 1862 году более 10 тонн таких отходов Санкт-Петербургского монетного двора были проданы англичанам. В следующие полвека никто так и не собрался организовать правильное использование таких отходов; русские ученые и инженеры покупали платиноиды за границей. Практически сразу после революции, в мае 1918 года, был создан Институт по изучению платины и других благородных металлов (ныне ИОНХ им. Н.С. Курнакова РАН), и вскоре налажено отечественное производство платиноидов. Помимо переработки платины, их источником служат сульфидные медно-никелевые руды, из которых извлекают всю смесь благородных металлов в качестве побочного продукта производства меди или никеля.

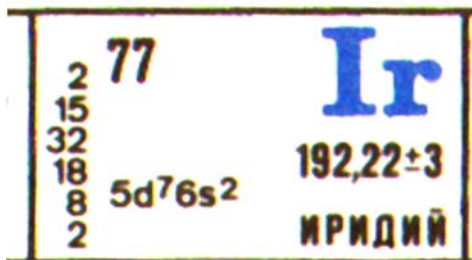
**Откуда взялся иридий на поверхности планеты?** Считается, что при образовании планет происходит так называемая стратификация: тяжелые элементы сосредоточиваются в ядре, а легкие – в коре. Поэтому на поверхности планет земного типа платиноидов быть не должно, однако они есть. Есть

подозрение, что это – результат последующей астероидной бомбардировки. Действительно, если состав астероидов соответствует исходному веществу протопланетной туманности, они должны быть обогащены тяжелыми металлами по сравнению с корой планет. Обогащение окажется еще сильнее, если предположить, что некоторые астероиды, особенно металлические, представляют собой обломки ядра гипотетической погибшей планеты — Фаэтона. Расчет показывает, что все платиноиды на поверхности Земли могли принести 160 металлических астероидов диаметром 20 км (агентство «AlphaGalileo», 19 сентября 2008 года). Платиноиды могли бы попасть на поверхность и в результате извержений, но пока мало кто знает их точное содержание в магме, чтобы разобраться с этой гипотезой. Еще один источник – космическая пыль, хотя единства мнений о ее объемах нет. По результатам спутниковых измерений, на планету ежедневно падает 200—300 тонн пыли, и эти данные подтверждаются динамикой накопления иридия и платины в полярных ледниках. Метеорологические же данные дают лишь 5 тонн пыли в день (агентство «AlphaGalileo», 29 марта 2012 года).

**Что такое иридиевая аномалия?** При падении и последующем взрыве астероида тяжелые элементы должны равным слоем выпасть на поверхности планеты. Так иридий со своей крайней химической инертностью стал серьезным индикатором древних космических катастроф — обогащенные им слои дают даты таких событий. Наиболее заметная иридиевая аномалия присутствует повсеместно на границе отложений мелового и третичного периодов. Вместе с другими свидетельствами эта аномалия позволила многим исследователям предположить, что причиной резкой смены биосферы в этот момент, и прежде всего гибели динозавров, послужило именно падение астероида. С этой гипотезой согласны далеко не все, тем более что существует проблема последних трех миллионов лет: именно столько отделяет датировки свежайших массовых захоронений динозавров от времени смены периодов – позднее такие находки крайне редки. В любом случае каждый, кто строит историю планеты, должен объяснять иридиевую аномалию.

Кстати, во время самой свежей и широко обсуждаемой в научном сообществе гипотетической катастрофы космического происхождения — похолодание позднего дриаса примерно 11 тысяч лет тому назад — иридиевой аномалии обнаружено не было. Впрочем, причиной этого похолодания считают столкновение не с астероидом, а с кометами, в которых иридия по определению быть не должно.

**Зачем иридий нужен людям?** Из этого металла в чистом виде делают тигли для выращивания качественных монокри-



сталлов для лазеров: благодаря высокой химической инертности и жаростойкости такой тигель не реагирует с помещенным в него содержимым. Впрочем, изготовление электрических контактов из сплава платины с иридием до недавнего времени оставалось основным применением этого металла, поэтому колебания спроса в электронной промышленности сильно влияют на его производство. Весьма интересное направление использования иридиевых электродов возникло сравнительно недавно – для электростимуляции нервов. При такой операции в мозг организма вводят электрод и с его помощью решают какую-то проблему. Например, электрический сигнал, подаваемый в определенную область мозга пациента с болезнью Паркинсона на частоте 25–100 Гц, существенно уменьшает дрожание конечностей. Схожим способом врачи пытаются лечить эпилепсию, хроническую боль и шизофрению («Parkinson's Disease», 2011, 414682, doi: 10.4061/2011/414682). Другое использование вживляемых в мозг микроэлектронных электродов – создание протезов глаза и слухового аппарата. Во всех этих случаях помимо химической инертности электрод должен передавать большое количество электричества. Гибкий полимерный электрод диаметром в несколько десятков микрон и с микронным покрытием из оксида иридия оказывается несравнимо лучше для этой цели, чем стальной или платиновый («IEEE Transactions Biomedical Engineering», 2009, 56, 1, 6–14; doi: 10.1109/TBME.2008.926691).

**Как его применяют в современной химии?** Подобно всем платиноидам, иридий – отличный катализатор, но из-за редкости этого металла и высокой цены его применение ограничено. Однако если судить по научным публикациям последних пятнадцати лет (обзоры этих работ см., например, в «Organic and Biomolecular Chemistry», 2012, 10, 3147–3163; doi: 10.1039/C2OB07086C; «Topics in Organometallic Chemistry» 2011, 34, 1, 107–138; doi: 10.1007/978-3-642-15334-1\_5), для иридиевых катализаторов найдена уникальная и чрезвычайно важная область использования. Речь идет о синтезе сложных органических соединений из простейших, таких, как низшие олефины, с образованием новых C-C связей, конструированием сложных углеродных скелетов и широчайшими возможностями введения разнообразных функциональных групп. Единственным дополнительным реагентом в этих процессах выступает водород, и при этом не образуется никаких побочных продуктов – блестящий образец «зеленой химии». Считается, что такие процессы могут быть востребованы, если отказаться от ископаемого сырья для органического синтеза и перейти на сырье возобновляемое, полученное из ныне живущих растений.

Сейчас трудно представить себе органический синтез без металлокомплексных палладиевых катализаторов, не случайно эти работы были отмечены в 2010 году Нобелевской премией по химии. Вполне возможно, что в будущем им на смену придут катализаторы на основе комплексов иридия.

Другое направление связано с созданием систем искусственного фотосинтеза, которые должны обеспечить человеку прямое преобразование солнечного света в топливо или какие-то другие полезные органические соединения. Главным его этапом служит окисление воды, то есть превращение двух молекул  $H_2O$  в кислород, четыре иона водорода и четыре электрона, которые впоследствии можно употребить на восстановление углекислого газа или еще как-нибудь. В качестве окислителя воды был найден четырехвалентный церий, например, в составе нитрата аммония, а вот хороший, стабильный после растворения в воде катализатор найти долго не удавалось. Оказалось, что с этой работой справляется комплекс на основе хлорида иридия («Journal of the American Chemical Society», 2009, 131, 25, 8730–8731; doi: 10.1021/ja901270f): в течение недели он беспрепятственно разлагал воду, производя множество кислородных пузырьков. Впрочем, это не единственный подход к решению задачи искусственного фотосинтеза.

**Какую роль сыграл иридий в открытии метода мессбауэровской спектроскопии?** Именно на изотопах Ir-191 Рудольф Мёссбауэр в 1958 году и обнаружил эффект, который лег в основу метода (см. «Химия и жизнь», 1966, № 8). Он изучал особенности возбуждения ядер гамма-лучами. В качестве их источника были взяты возбужденные атомы иридия, испускавшие гамма-кванты, а мишенью служил невозбужденный образец, который часть из них поглощал. Мёссбауэр считал, что охлаждение, снижающее амплитуды колебаний атомов, должно приводить к уменьшению поглощения гамма-квантов, ведь чем меньше колебания, тем меньше вероятность у атома оказаться на пути кванта. А получилось наоборот. Попытка объяснить аномалию и привела к открытию явления резонансного поглощения гамма-лучей. Благодаря ему химики и физики получили чрезвычайно чувствительный метод изучения строения вещества

**Зачем нужен радиоактивный иридий?** Изотоп Ir-192, испускающий гамма-лучи, давно служит для радиотерапии прежде всего рака груди и предстательной железы. Гамма-лучи опасны, поскольку они глубоко проникают в тело человека, повреждая здоровые ткани. Однако если злокачественные клетки оказываются распределенными по всему объему органа, для их уничтожения, после вырезания основной опухоли, приходится приме-



ЭЛЕМЕНТ №...

нить своеобразное оружие массового поражения. Медик же должен выбрать, что приведет к меньшим побочным последствиям: облучение или химиотерапия. Зачастую выбор оказывается в пользу внедрения ампулы с радиоактивным элементом. Иногда, на ранних стадиях, обходятся и без хирургической операции, налагая радиоактивный препарат на поверхность органа. В этом случае нужен именно источник гамма-лучей, поскольку бета- или альфа-лучи в глубь органа проникнуть не могут. Период полураспада иридия-192 – 72 дня.

**Как из иридия хотят создать память?** Устройства флеш-памяти внесли немалый вклад в информационную революцию, обеспечив каждого желающего компактным средством хранения текстов, картинок или музыки. Однако нет в мире совершенства: всякому хочется иметь флешку большого объема при сохранении ее размера. Этому уже начинают мешать физические ограничения, в частности размер важного элемента флеш-памяти – транзистора с плавающим затвором, способный хранить помещенный в него электронный заряд на протяжении десятилетий. Есть мнение, что уменьшить его размер можно, применив пленку из кремния, содержащую металлические нанокристаллы.

Соответствующий металл должен обладать двумя качествами: хорошо удерживать свои электроны и обладать высокой жаростойкостью, поскольку элементы памяти при изготовлении нагревают до 900°С. Наметившиеся были претенденты — никель и вольфрам — не смогли проявить необходимый комплекс свойств. А вот иридий сумел («Applied Physics Letters», 2010, 97, 14, 143507; <http://dx.doi.org/10.1063/1.3498049>). Поскольку расход нанокристаллов металла на одну микросхему ничтожен, исчисляется квадриллионными долями миллиграмма, возможно, эта идея сможет реализовываться в новых устройствах. И тогда чуть ли не у каждого в кармане будет лежать пусть ничтожный, но кусочек космического металла — иридия.

**А. Мотыляев**

# Кирза

Кандидат  
технических наук

**Г.М.Глезер,**  
Политехнический музей

**П**ри въезде в военный поселок Звездный Пермского края стоят бронзовые кирзачи весом 40 кг. «Солдатские сапоги» — памятник не только воинской славе, но и первому отечественному композиционному материалу, изготовленному с использованием синтетических компонентов, кирзе.

Термин «композиционные материалы» (КМ) относительно молод, ведь наука о КМ как раздел материаловедения зародилась лишь в шестидесятых годах XX века. Но природные композиционные материалы появились еще тогда, когда человека не было на Земле. Раковины моллюсков, кораллы, древесина, трубчатые кости птиц и других животных, бамбук... Комбинируя различные компоненты, природа создавала материалы с необычными свойствами — очень прочные, легкие, жесткие или гибкие.

История рукотворных искусственных композиционных материалов восходит к истокам цивилизации. Первые упоминания можно найти в Библии: предполагают, что Ноев ковчег был построен из тонких деревянных пластин, склеенных смолой. Но есть и более надежные материальные свидетельства. В древности люди строили речные суда из камыша, пропитанного смолой, изготавливали слоистые боевые луки, прочные и гибкие, египтяне мумифицировали фараонов, обматывая умерших лентами из ткани, пропитанными смолами. Можно привести множество более прозаических примеров изобретательности человека, который догадался добавлять солому в глину для кирпичей, чтобы повысить их прочность и теплоизоляцию, конский волос — в штукатурку, бумажную массу — в гипс.

Искусственные композиционные материалы придумывали тогда, когда возникала потребность улучшить свойства того или иного традиционного материала либо заменить дорогой и редкий природный материал, запасы которого на Земле ограничены. Возьмем, к примеру, обложки для книг. Бумажные и тканевые быстро выходят из строя, а для кожаных переплетов, почти что вечных, кожи не напасешься. Так в XVIII веке появился коленкор — многослойная хлопчатобумажная ткань полотняного плетения (обычно миткаль), пропитанная крахмально-каолиновым аппретом с добавками разных пигментов, который придавал материалу жесткость. Из коленкора многие десятилетия делали обложки для книг и тетрадей, поскольку он не истирается и хорошо воспринимает тиснение фольгой и печать трафаретными и переплетными красками. В конце XIX века коленкор начали покрывать слоем латекса, поэтому он стал не только более прочным, но и водостойким. А в XX веке на его поверхность наносили прозрачный нитроцеллюлозный лак с тем же результатом.

Еще один пример — балетные туфельки. В прежние времена их носки, пуанты, упрочняли вставками из натурального пробкового дерева: этот материал прекрасно переносил большие нагрузки во время танца. Однако балетные туфельки быстро снашиваются, а пробковых деревьев не так уж и много на планете. Поэтому вкладыши из натурального материала пришлось заменить композиционным — многослойной проклеенной хлопчатобумажной тканью. Балет от этого нисколько не пострадал.



Точно так же, по причине жесткой необходимости, в начале XX века появилась и кирза, истинный композиционный материал. Уточнение «истинный» здесь не случайно. С термином «композиционные материалы» мы сегодня обращаемся вольно. Действительно, большинство современных материалов представляют собой композицию. Однако материаловеды второй половины XX века сформулировали довольно четкие критерии, по которым мы можем отличить композиционный материал от прочих. Во-первых, он должен быть создан руками человека и состоять из двух и более компонентов, различных по составу, которые разделены выраженной границей. Причем состав, форма и распределение компонентов должны быть спроектированы заранее. Во-вторых, композиционный

материал должен быть однородным в макромасштабе и неоднородным — в микромасштабе, а также обладать новыми свойствами, отличными от свойств компонентов, но привносимыми ими.

С точки зрения этих формальных критериев не совсем корректно относить к композиционным материалам дерматин, гранитоль, ледерин и клеенку. Они состоят из одного слоя ткани (льняная мешковина, грубая ткань молескин, миткаль, бязь), покрытого с одной или обеих сторон водоотталкивающей пленкой (нитроцеллюлозой). А вот многослойная кирза отвечает всем требованиям, предъявляемым к КМ.

Если мы захотим узнать, кто придумал кирзу, то поиск в Интернете даст ответ: «И.В.Плотников». Роль Ивана Васильевича в истории кирзы действительно велика, и об этом чуть позже. Однако впервые создал ее Михаил Михайлович Поморцев (1851—1916), выпускник Михайловского артиллерийского училища и Академии Генерального штаба, впоследствии генерал-майор, чьим именем назван один из кратеров на Луне. М.М.Поморцев был первым русским аэрологом, организатором полетов на аэростатах для изучения атмосферных явлений. Он написал первый российский учебник по синоптической метеорологии и стал кавалером ордена Почетного легиона за научные работы и создание приборов. Неудивительно, что его заметил и оценил Д.И.Менделеев и пригласил участвовать в работе Русского физико-химического общества. Под влиянием Д.И.Менделеева М.М.Поморцеву захотелось поработать и в других областях науки. Так судьба свела его с выдающимися российскими химиками Н.С.Курнаковым и В.Н.Ипатьевым, занимавшимися созданием синтетических заменителей каучука. Проблема была более чем актуальной, ведь у России не было своего натурального каучука, а иностранные монополии продавали его очень дорого. Но уже тогда было ясно, что «каучук – это ноги автомобилей и аэропланов».

В 1903 году Поморцев стал проводить опыты с заменителями каучука, которые извлекали из корней отечественных субтропических каучуконосов – хондриллы, кок-сагыза, тау-сагыза, кендыря. Уже в 1904 году он получил водонепроницаемый брезент, с успехом испытанный в качестве чехлов для артиллерийских орудий и фуражных мешков. Работа над непроемокаемыми тканями натолкнула М.М.Поморцева на идею найти состав для пропитки, который придавал бы тканям свойства кожи. И такой состав он сделал. Это была эмульсия из яичного желтка, канифоли и парафина. Он пропитал ею многослойную керзу (от английского *kersey* — грубое домотканое сукно, или тяжелое сукно, или техническая ткань) и получил ткань, непроницаемую для воды, но способную дышать, пропускать воздух. Так на свет появился первый заменитель кожи, который стали называть «керза».

Со временем буква «е» в этом слове поменялась на «и» — видимо, как слышали, так и писали, обычное дело для послеволюционной России. Кстати, Интернет предлагает нам иную версию происхождения слова «кирза» — от названия «Кировский завод», на котором ее изготавливали. Но это ошибочная трактовка. Речь идет о заводе «Искож» в Кировской области, где действительно в конце 30-х годов начали осваивать производство кирзы по методу М.М.Поморцева, разработанному, как мы сейчас убедились, еще в начале XX века. Однако эта легенда, вероятно придуманная на заводе «Искож», оказалась невероятно живучей.

Но вернемся к изобретению Поморцева. По мнению Артиллерийского комитета, «керза могла быть применена взамен кожи». Ее успешно испытали как материал для конской амуниции, сумок и чехлов во время Русско-японской войны. Министерство промышленности экспонировало образцы материалов, созданных по методу Поморцева, на международных выставках в Льеже (1905) и в Милане (1906). Труд Михаила Михайловича был отмечен золотой медалью в Ми-



лане и малой серебряной на Всероссийской гигиенической выставке в Санкт-Петербурге в 1913 году.

Когда началась Первая мировая война, М.М.Поморцев предложил безвозмездно использовать его заменители кожи для изготовления солдатских сапог. Сделали и успешно испытали опытные партии. Военно-промышленный комитет рекомендовал изготовить крупную партию таких сапог для армии... Но тут вмешались фабриканты кожаной обуви, которым производство искусственной кожи было невыгодно, и начали всячески препятствовать передаче заказа, а после кончины Михаила Михайловича в 1916 году и вовсе похоронили это дело. Кирзовые сапоги появились уже в Красной армии.

Имя М.М.Поморцева, метеоролога, аэролога, конструктора ракет, занимает в истории отечественной космонавтики достойное место. Однако его имя как изобретателя кирзы со временем практически утеряно, ссылки на его работы в материаловедческой и исторической литературе отсутствуют. Хотя, по свидетельству М.И.Павлушенко, автора монографии «Михаил Михайлович Поморцев. 1851—1916» (Москва: Наука, 2003), научные сотрудники НИИ кожи Министерства легкой промышленности в частных беседах уверяли, что труды Поморцева они считают базовыми в производстве заменителей кожи и что его имя чтят специалисты. Будем считать, что и эта статья — вклад в восстановление исторической справедливости.

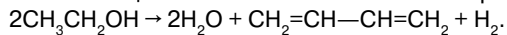
Какова дальнейшая судьба кирзы? Джинн был выпущен из бутылки, и о нем вспомнили уже в советской России, когда нужно было обуть босую страну в удобную, практичную и дешевую обувь. Материал быстро приобрел популярность. В одном из своих интервью легендарный М.Т.Калашников на вопрос, чем объяснить такую востребованность его автомата в течение столь длительного времени, ответил: простотой и надежностью. О кирзе можно сказать то же самое.

Однако в 20-е годы стало ясно, что для массового производства кирзы нужна водоотталкивающая пропитка подешевле, состоящая из более распространенных веществ, нежели канифоль, желток и парафин. В идеале подошел бы натуральный каучук, но в России его не было. Можно ли найти ему недорогую замену?

К тому времени первые образцы синтетического каучука уже были получены в лабораториях советских исследователей. В 1901 году русский химик И.В.Кондаков (1857—1931) открыл процесс каталитической полимеризации диметилбутадиена и синтезировал из него первый эластичный полимер. В 1910 году знаменитый С.В.Лебедев впервые получил образец синтетического бутадиенового каучука. Он предложил использовать металлический натрий в качестве катализатора полимеризации, поэтому полимер, полученный по этому методу, называют натрий-бутадиеновым каучуком. А в 1915—1916 годах русский химик Б.В.Бызов получил патент на способ получения бутадиена из нефти и его полимеризацию. Однако это были лабораторные изыскания, да и нефти в России в то время добывали мало. Нужна была технология получения дешевого синтетического каучука из доступного в России сырья.

В 1926 году Высший совет народного хозяйства СССР объявил конкурс на разработку лучшего метода промышленного получения синтетического каучука. Условия — представить два килограмма продукта и полное описание промышленной технологии. Сырье должно быть дешевым и доступным, а себестоимость не выше, чем у натурального каучука.

Тогда в России нефти особенно-то не было, зато было много картошки, из которой гнали этиловый спирт. Вот из этого спирта С.В.Лебедев с коллегами и сумел сделать первый синтетический бутадиеновый каучук. Ключевой, как ни странно, оказалась первая стадия процесса — получение бутадиена. Это была настоящая находка — одностадийный процесс на смешанном цинкоалюминиевом катализаторе:



А процесс полимеризации бутадиена под действием натрия С.В.Лебедев, как мы помним, разработал 15 годами ранее. Полимер получился действительно дешевым. Жена Лебедева вспоминала, что образец синтетического каучука, который Лебедев отправил на конкурс в деревянном ящике, был похож на коврижку медового цвета, но с отвратительным запахом.

С.В.Лебедев выиграл конкурс и получил премию — 100 тысяч рублей. Однако главной наградой стало строительство в 1932—1933 годах трех заводов по производству синтетического каучука по его методу. Кстати, с 1932 по 1990 год СССР занимал первое место в мире по объемам производства этого продукта.

С появлением отечественного синтетического каучука у кирзы начинается вторая жизнь. К тому времени в СССР уже была создана инфраструктура новой отрасли — промышленности искусственных кож и пленочных материалов. Первые заводы по изготовлению кожзаменителей вступили в строй в 1930-е годы. Тогда же, в 1931 году, решением правительства были созданы государственный трест «Кожсуррогат» и Центральная научно-исследовательская лаборатория, которую в 1939 году преобразовали в Центральный научно-исследовательский институт заменителей кожи (ЦНИИКЗ), а в 1957 году — во Всесоюзный научно-исследовательский институт пленочных материалов и искусственной кожи (ВНИИПИК), который существует по сей день. В лабораториях и на заводах стали разрабатывать технологию новой водонепроницаемой пропитки для кирзы на основе синтетического каучука, которая шла на голенища сапог. Их испытания проходили в боевых условиях во время финской войны.

Первые опыты были неудачными: кирза растрескивалась, плохо держала тепло и не «дышала». Свойство воздухопроницаемости, которое получил М.М.Поморцев, используя свой рецепт эмульсии, казалось, было утрачено навсегда. Интерес к кирзе стал потихоньку остывать.

Но дальше случилось то, что описано в документах, хранящихся в Политехническом музее, — в подлинниках автобиографии и коротких воспоминаний одного из разработчиков кирзы на основе синтетического каучука, химика А.М.Хомутова.

В 1937 году Александр Михайлович Хомутов стал главным инженером завода «Кожимит» в Москве. С его приходом начали осваивать синтетический каучук для изготовления искусственной кожи. Но события стали развиваться стремительно. «В 1938 году меня пригласили в нарвоенком обороны на совещание, — пишет А.М.Хомутов. — На совещании нам сообщили, что возможна война с фашистской Германией. Очень тяжелое положение со снабжением армии обувью. Кожки нет. Необходим заменитель кожи для голенищ сапог». Задача была поставлена жестко: срочно ускорить работы в этой области. Основные требования: сырье должно быть отечественным и доступным, заменитель кожи — гигиеничным, а кроме того, надо создать производственную базу.

Отечественная ткань «керза» и синтетический каучук имелись в наличии, но не было технологии, которая позволила бы соединить эти компоненты и получить дышащую кирзу. А.М.Хомутов нашел химика И.В.Плотникова. В то время Иван

Васильевич работал старшим научным сотрудником в ЦНИИ заменителей кожи и занимался пропиткой ткани бензиновыми растворами натурального каучука (по методу Поморцева). Хомутов пригласил Плотникова для совместной работы. Начали отрабатывать технологию с бензиновыми растворами синтетического каучука. Получилось! Сконструировали технологическое оборудование, выпустили первую опытную партию «Кирзы СК» и передали обувщикам. В 1939 году была изготовлена опытная партия солдатских сапог с голенищами из «Кирзы СК», которую отправили в армию.

Не обошлось без ЧП. Однажды ночью к Хомутову на квартиру приехали сотрудники ГПУ и забрали его на Лубянку, где главного инженера уже ждали полковники П.И.Белкин и В.В.Щеголев. Хомутову рассказали, что у солдат, носивших сапоги с кирзовыми голенищами, на ногах экзема. «В чем дело?» — «Надо ехать смотреть». Утром всех троих отвезли в воинскую часть. Повальная экзема действительно была, только вот сапоги оказались не кирзовыми, а из свиной кожи отвратительной выделки. Полковники не могли различить на глаз натуральный и искусственный материал, но для Хомутова, в прошлом кожевника, это было очевидно. Для наглядности он даже разрубил одно голенище ножом и показал срез.

Инцидент был исчерпан, и Советская армия начала обувать своих солдат в кирзовые сапоги. В 1940 году А.М.Хомутов перешел на другую работу, а место главного инженера занял его соавтор по «Кирзе СК» И.В.Плотников. На его плечи легло снабжение армии кирзовыми сапогами во время Великой Отечественной войны. И с этой задачей он справился с честью.

Трудно переоценить значение кирзовых сапог для армии, особенно в сороковые годы. Поэтому неудивительно, что в апреле 1942 года постановлением Совета народных комиссаров А.М.Хомутову, И.В.Плотникову и еще семерым специалистам, а также двум военным инженерам (полковникам), упомянутым выше, П.И.Белкину и В.В.Щеголеву, была вручена Сталинская премия второй степени за комплекс работ по изобретению и внедрению в промышленность заменителей кожи для армейских сапог. Этим же постановлением были отмечены изобретатель «катуши» А.Г.Костиков и прославленные авиаконструкторы С.В.Илюшин и А.С.Яковлев. Так кирзовые сапоги, реактивные установки и истребители были поставлены на одну ступень, и с этой оценкой трудно не согласиться.

За годы войны армия получила десять миллионов пар кирзовых сапог, легких, непромокаемых, надежных. А всего к настоящему времени произведено около 150 миллионов пар кирзовой обуви.

Какой будет дальнейшая судьба кирзы? Сегодня армейское начальство решило отменить кирзовые сапоги и портянки в нашей армии. Но можно не сомневаться, что строители, фермеры, садоводы и огородники ни за что не откажутся от этой дешевой, удобной, прочной, дышащей обуви — как раз для российского климата и бездорожья. Не говоря уже о том, что в этих сапогах можно работать в зонах радиоактивного заражения и даже напалмовых пожаров. Да и сама кирза сильно изменилась. Грубая хлопчатобумажная ткань, основа кирзы, теперь заменена легкими неткаными материалами с хаотично расположенными волокнами, которые хорошо сопротивляются расслаиванию при многократных изгибах.

Но как бы ни складывалась дальнейшая жизнь кирзы, свою миссию она уже выполнила. Это не только победа в Великой Отечественной войне. Кирза заложила основу для развития огромной отрасли композиционных материалов. Многие из них, составленные по принципу кирзы, сегодня применяют для изготовления канатов, ремней, спортивных товаров, касок и бронжилетов. Широкое вхождение композиционных материалов в нашу жизнь по своему значению равнозначно промышленной революции XIX века. И у истоков этой революции стояла русская кирза — первый искусственный композиционный материал.

# Русский снаряд против английской брони

А.Н.Иванов



*Пушки с пристани палят,  
кораблю пристать велят.*

*А.С.Пушкин*

Соревнование между броней и снарядом велось постоянно, можно сказать, с момента изобретения пушки. В ответ на более пробивной снаряд создавалась броня повышенной прочности, и наоборот. В конце концов с появлением пароходов-броненосцев сложилась ситуация, когда снаряды не могли пробить броневую защиту кораблей.

Настоящим укротителем брони оказался русский океанограф, полярный исследователь, кораблестроитель, вице-адмирал Степан Осипович Макаров. Вот какая интересная история с его участием произошла в конце XIX века.

Интуиция подсказывает, что снаряд необходимо делать еще прочнее. Еще тверже. Еще острее. Тогда он, как негнущаяся игла, вонзится в закаленный металл и прошьет его насквозь. Собственно, долгое время все так и обстояло.

В то время лучшую бронированную сталь производила английская сталелитейная фабрика Гарвея. В качестве своей продукции англичане были уверены на сто процентов, поэтому смело предлагали необычную и весьма наглядную гарантию: если снаряд заказчика разобьет плиту из их стали, сделка не состоится. Вот такой честный подход уверенной в себе компании.

В 1892 году на одном из полигонов под Санкт-Петербургом как раз и проводились такие испытания новой бронированной стали. Предполагалось закупить крупную партию защитных плит для нужд российского флота. Сталь с закаленной поверхностью обладала такой прочностью, что попавшие в плиту снаряды разбивались на куски или отскакивали, как горошины, оставляя на ней чуть заметные вмятины.

Стреляли из мощных 229-миллиметровых орудий. Когда отстремели выстрелы, присутствовавшие на испытаниях русские морские офицеры и представители английской фирмы отправились осматривать мишени. К всеобщему удивлению, несколько мишеней оказались пробитыми насквозь! В воздухе запахло сенсацией. Ошеломленные возгласы англичан «It's impossible!» смешались с русскими: «А еще говорят, Англия — мастерская мира!» Мишени тщательно осмотрели, и тут выяснилось, что никакой сенсации нет. Просто,



*За антивандальным стеклом — настоящие деньги на сумму 3 миллиона долларов*

как это у нас бывает, часть плит по ошибке установили перед орудием обратной, незакаленной стороной.

Этот курьез тут же доходчиво объяснил один морской офицер: «Это только кажется, что, с какой стороны ни стреляй, все едино. А не угодно ли пример? Сало небось приходилось резать? Попробуйте-ка его разрезать со стороны кожи — намучаетесь! А если нож подвести со стороны шпига — все сало вместе с кожей легко разрежете!» Все посмеялись объяснению и разошлись. Ошибку учли и в дальнейшем к установке английских плит подходили внимательнее.

Однако на полигоне присутствовал Макаров. И только он один задал себе вопрос: «Почему снаряд, попав в мягкую часть мишени, затем с легкостью пробил и закаленную, твердую?» Вот запись, которую сделал в своем дневнике будущий вице-адмирал: «Так как... деформация снаряда происходит в первый момент соприкосновения вершины снаряда с весьма закаленным слоем плиты, то есть основания полагать, что если бы поверх закаленного слоя имелся хотя бы небольшой толщины слой из более вязкой массы, то снаряды не будут столь сильно деформироваться, уже будучи как бы сжатой в вязком металлическом обруче, который и удержит снаряд от разрушения».

Во как! Оказывается, надо двигаться в прямо противоположную сторону. Не упрочнять снаряд, а совсем наоборот: сделать его поверхность пластичной, податливой, вязкой.

## СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Русский офицер предложил надевать на снаряды колпачки из мягкой нелегированной стали. При соприкосновении с броней нагревшийся до чрезвычайно высокой температуры колпачок, разрушаясь сам, разрушал и бронированный слой, а снаряд проникал в поврежденную броню. Такая насадка из вязкого металла служила своего рода «смазкой» для корпуса снаряда, создавая ему лучшие условия для пробивания брони. Эти насадки стали называть «макаровскими колпачками».

Через некоторое время англичан снова пригласили на полигон. По их бронированным плитам теперь стреляли из 152-миллиметрового орудия. Первый снаряд пробил продукцию «Гарвея» и раскололся пополам. Второй пробил, оставшись невредимым. В боевых условиях это означало бы, что корабль противника взорван изнутри.

Сенсация состоялась. Весь мир заговорил о том, что у русских появилось оружие, которое пробивает любую броню. Решение было таким простым и очевидным, что никому не пришло в голову его запатентовать. В дальнейшем бронебойные снаряды с наконечниками стали использовать англичане, немцы, французы, американцы.

На десерт мне хотелось бы предложить интересный пример. Вот как компания «3М» рекламировала свою продукцию — пуленепробиваемое стекло (см. рис.). Возле офиса компании в Ванкувере поставили три «аквариума», стенки которого были выполнены из тонкого, прозрачного бронестекла. Внутри — пачки долларов. Каждый желающий мог их забрать себе... Если сумеет разбить стекло «сейфа».

Акция проходила полтора дня, об этой необыкновенной рекламе наперебой рассказывали почти все городские газеты и телеканалы, «информационные круги» в Интернете продолжают расходиться до сих пор.

Как и предполагалось, сломать стекло никто не смог. Удалось лишь погнуть алюминиевую арматуру, которая соединяла бронированные стенки. Возможно, в России результаты тестирования были бы другие. Но в любом случае такая демонстрация гарантии на свой товар впечатляет.

*По материалам книги А.Н.Иванова  
«Не может быть». Москва: Библос,  
2012 год.*

# Броневойное дело

Дмитрий Константинович Чернов (1839—1921) — тот самый человек, который заложил основы современного физического металловедения. Значительную часть своей работы он посвятил совершенствованию способов производства стальных оружейных стволов, броневых снарядов и брони, то есть технологиям, которые стремительно развивались накануне эпохи мировых империалистических войн. Вот что он рассказывал в 1898 году слушателям дополнительных курсов Михайловской артиллерийской академии, ныне Военная академия ракетных войск стратегического назначения им. Петра Великого. (По книге: Д.К. Чернов. Избранные труды по металлургии и металловедению. Под редакцией академика В.Д. Садовского. М: Наука, 1983.) Это повествование позволяет лучше понять, в каких исторических условиях возникло предложение адмирала Макарова, речь о котором шла в предыдущей статье. Термины, непонятные людям, далеким от металлургии, разъясняются в конце.

## Броневые снаряды

С развитием сталелитейного дела и вообще металлургической промышленности заводы получили возможность увеличивать толщину и прочность железной брони, назначаемой для защиты флота от артиллерии; вследствие этого и артиллерии пришлось, в свою очередь, озабавиться изысканием средств уязвлять броненосный флот, прикрытый более прочной одеждой. От броневых снарядов, кроме баллистических качеств, требуется еще и возможно большая стойкость при ударе в броню, т. е. сохранение цельности и неизменяемость формы.

До развития в больших размерах сталелитейного дела наиболее стойкими были снаряды из закаленного чугуна (то есть с твердой поверхностью и мягкой сердцевинкой — *Примеч.*), что весьма понятно, потому что отбеленный чугун представляет весьма большое сопротивление сжатию, да и обработка небольшой массы снаряда могла быть совершеннее, чем обработка толстых и больших железных броневых плит. Но когда в Англии начали облицовывать железные плиты сталью, то деформация брони затруднилась, остановка снаряда при ударе стала резче, а сжимающее усилие больше, так что если закаленный чугун и мог еще противостоять сжатию по оси, то уже выучивание в стороны, сопровождающее это сжатие, переходило (вследствие очень малой тягучести чугуна) в разрушение, т. е. снаряд разбивался на куски.

За несколько времени до появления сталежелезной брони является стремление придавать броневым поверхностям выпуклую форму (башни, куполы, грюзоновские батареи, казематы) с целью уменьшить действительность удара, направленного не по нормали к броне; при ударе же под углом к нормали: 1) толщина брони по направлению удара выходит больше, 2) в случае очень косвенного удара возможно скольжение, 3) и главное — появляются изгибающие силы, которым материал снаряда (чугун в особенности) сопротивляется гораздо хуже. И действительно, при косвенном ударе снаряды закаленного чугуна раздроблялись непременно, так что не могли удовлетворять новому требованию, представляемому при заказах, а именно, чтобы снаряд оставался целым при косвенном ударе в броню под определенным углом (25°).

Во Франции на заводе Терр-Нуар между тем производились опыты приготовления литых некованных, но закаленных снарядов из мартеновской стали, т. е. по возможности дешевых, но вместе с тем таких качеств, чтобы снаряды выдерживали



Д.К. Чернов ведет занятия в Михайловской артиллерийской академии (1890-е годы)

косвенный удар в броневую железную плиту, не разбиваясь. В 1874 году опыты завода увенчались полным успехом: так, например, 9-дюймовый снаряд при ударе в броню под углом 25° к нормали с небольших расстояний пробивал 8-дюймовую железную плиту, утвержденную на прочной брусчатой подкладке, и оставался целым.

Приняв за образец такие снаряды, русские сталелитейные заводы вскоре могли удовлетворить потребность в них (для 9- и 11-дюймовых орудий) нашей артиллерии. Подробности производства снарядов на заводе Терр-Нуар не были известны, и каждый русский завод достигал путем опытов наилучших способов беспузыристой отливки и наиболее целесообразной закалки. Сталь употреблялась бессемеровская и мартеновская, с содержанием около 0,8% углерода.

Ввиду того что приготовляемые русскими заводами 11-дюймовые снаряды, пробивая 12-дюймовую броню при косвенной стрельбе, не всегда оставались целыми, артиллерийское ведомство вызвало конкуренцию между заводами Круппа и Терр-Нуар на изготовление наилучших качеств 11-дюймовых стальных снарядов, отвечающих условию неразбиваемости при косвенном ударе в 12-дюймовую броню. В январе 1881 года представленные на пробу снаряды завода Круппа пронизывали броню почти без всякой деформации. Вместе с тем, на основании вновь произведенных опытов в Англии и на заводе Круппа, артиллерийское ведомство нашло возможным для 11-дюймовых стальных снарядов при косвенной стрельбе 12-дюймовую броню заменить 15,5-дюймовой, при ударе в которую снаряд хотя и не пронизывал броню, однако оставался бы цельным, претерпевая лишь незначительную деформацию. На опыте оказалось, что крупповские 11-дюймовые снаряды, выпущенные в 15,5-дюймовую плиту под углом 25° к нормали со скоростью около 1500 футов в секунду, углублялись на 11—12 дюймов (считая по нормали) и отскакивали от плиты целыми; только близ наиболее напряженного (так называемого опасного) сечения появлялись меридиональные трещины, которые, как показала гидравлическая проба, не были сквозными.

## «Все покрыто непроницаемой тайной...»

На минуту «остановим запись» лекции и обратимся к другому документу. В сообщении в Императорском русском техническом обществе (1887 год) Д.К. Чернов приводит следующие интересные подробности:

«Наше правительство во видах обеспечения себя такими снарядами предложило русским заводам заняться выработкой способа их приготовления, обещая дать заказы с упрощенными формальностями и, сколько мне известно, по тем же ценам, которые предложил завод Круппа.





Несмотря на выгодность цены (около 15 р. за пуд), на облегчение по возможности всех формальностей и несмотря на то что в конкурсе на это производство приняли участие все наши сталелитейные заводы, казенные и частные, вопрос долго оставался неразрешенным, и правительство принуждено заказывать снаряды на заводе Круппа. (...)

Ввиду постоянных неудач на заводах, занимавшихся приготовлением кованых снарядов, начало преобладать убеждение, что наша сталь не такова, как крупповская, что если бы те приемы, которые мы употребляем при обработке снарядов, были применены к стали Круппа, то мы получили бы вполне удовлетворительные результаты. Однако опыт, поставленный в этом направлении, не оправдал возлагавшихся на него ожиданий.

Другие заводы, занимавшиеся опытами исключительно надлитыми снарядами из мартеновской стали, пришли к убеждению, что выработанные ими приемы достаточны, если их применить к кованым. Так как опыт со снарядами, кованными из той же мартеновской стали, оказался тоже неудачным, то, кажется, теперь возникло предположение, что для таких снарядов можно употреблять только тигельную сталь.

Вот, милостивые государи, с каким материалом в руках мне пришлось приняться за снаряды: никаких руководящих мыслей, никаких предположений относительно производства снарядов никем не высказывалось открыто, все покрыто непроницаемой тайной. Для того чтобы на первых же порах устранить мистицизм, царивший вокруг снарядного дела, и

стать на твердую научную почву при выяснении этого вопроса, я составил себе программу экспериментов. Они показали, что сталь у Круппа имеет обыкновенный состав (углерода около 0,8%); очевидно, суть дела заключалась в обработке, главнейше в способе закалки...»

В упомянутом сообщении приведено много деталей исследования, в лекции же для артиллеристов, к которой мы сейчас вернемся, они даны более кратко.

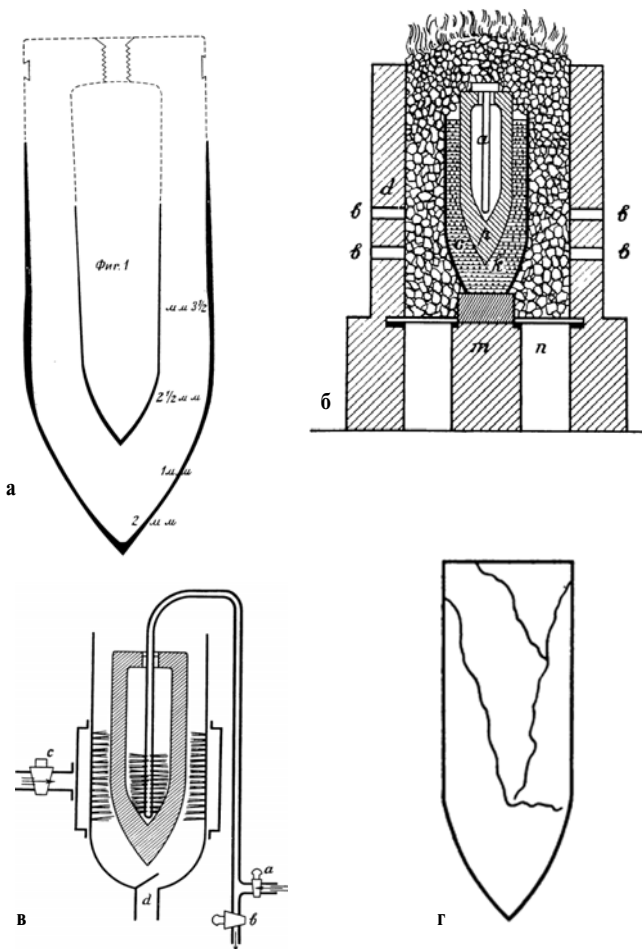
## Снаряд в разрезе

Исследование 11-дюймового крупповского снаряда (надрезанного и сломанного вдоль) показало, что, начиная с расстояния около 5 дюймов от дна, закалена наружная поверхность стенки и закаленный слой постепенно утолщается к изолирующему пояску, достигая в этом месте толщины около 4—3,5 мм, отсюда толщина закаленного слоя уменьшается к середине оживальной части до 1 мм, затем к вершине опять утолщается до 2—3 мм. Закалка внутренней поверхности, начинаясь у вершины толщиной около 2,5 мм, постепенно утоняется по мере удаления от вершины, исчезая на расстоянии от нее около 4—5 дюймов. На изломе стенок, дна и головной части снаряда никаких литейных пороков в стали не обнаружено, даже при рассматривании в сильную лупу.

Применяя прием, рассчитанный на получение вышеописанной закалки, на Обуховском заводе был приготовлен 11-дюймовый снаряд, который при пробе на главном артиллерийском полигоне 17 декабря 1885 года в тех же условиях, как и снаряды Круппа, остался цел, дав несколько небольших трещинок. Принимая во внимание, что это был опытный снаряд, можно смело сказать, что производство их в России скоро бы установилось, если бы опыты с настойчивостью были продолжены.

Вслед за тем английский флот оделся сталежелезною бронью, против которой и крупповские снаряды не только при косвенной стрельбе, но и при нормальной оказались бессильными; они разбивались на куски, подобно тому как снаряды закаленного чугуна при косом ударе в толстые железные плиты. Явились новые требования от бронестрельных снарядов; этим требованиям могли удовлетворить только французские заводы; их снаряды оставались целыми при нормальном ударе в сталежелезную плиту, давая лишь небольшие трещины.

Французский завод Сент-Шамон открыл в Петербурге филиальное отделение для производства снарядов из хромистой стали и поставки их в русскую артиллерию; сколько известно, поставленные им партии 11-дюймовых снарядов не вполне удовлетворяли требованиям пробивания сталежелезной 15,5-дюймовой брони, не разбиваясь; за неимением, однако, лучших снарядов они принимались. В последнее время на Путиловском сталелитейном заводе введен способ приготовления стальных снарядов 11- и 12-дюймовых калибров. Судя по результатам испытания пробных снарядов стрельбой в сталежелезную и в сплошную стальную броню, представленные снаряды удовлетворяют вышеозначенным условиям испытания; сталь по составу хромистая



Рисунки из работы Д. К. Чернова. Структура крупповского снаряда неоднородна: незакаленные части обведены пунктиром, а закаленные — сплошной линией, причем ее толщина соответствует степени закалки (а). Попытка воспроизвести такую структуру с помощью отжига (б) и закалки (в) позволила получить снаряд (д), у которого после выстрела в броню головная часть и одна сторона остались целы, а другая сторона развалилась на четыре куска. Это позволило сделать вывод о правильном направлении исследований

и обладает весьма большим сопротивлением.

Проследим в коротких чертах обстоятельства, сопровождающие удар снаряда в броню. При углублении снаряда в броню сопротивление увеличивается одновременно с увеличением проекции поверхности соприкосновения на плоскость, нормальную к скорости; вместе с тем возрастает и укоснение (отрицательное ускорение) снаряда. Пусть снаряд углубился, например, на всю величину сплошной части (до уровня внутренней пустоты); если это сечение остановки имеет и наибольшую площадь (занятую материалом), то и сопротивление брони в это время почти наибольшее, так что укоснение снаряда, а следовательно, и напряжение от сжатия здесь также достигают почти наибольшей величины. Вся сзади лежащая часть имеет огромную скорость и действует, как молот, сжимая тонкий слой, находящийся на границе между частью снаряда, не вошедшей в броню, и частью, уже упертой в нее. При сжатии происходит всегда расширение в стороны — увеличение наружной окружности; если металл однороден и совершенно вязок, то он не должен дать при этом трещин; но снаряд из такого однородного и вязкого материала расплющился бы и не пробил бы брони: вся работа израсходовалась бы на его деформацию. Если же материал однороден, очень тверд и не вязок, то он не может разбухать, а потому, если в момент наибольшего сопротивления брони напряжение от сжатия снаряда не превзойдет предела упругости его материала, то он пройдет сквозь броню, или в ней остановится, или отскочит назад (смотря по толщине и по качествам брони) без всякой деформации. Если же вышеозначенное напряжение превзойдет предел упругости материала снаряда, то он расколется на куски. Отсюда видно, что для более совершенного снаряда, если не имеется твердого материала с весьма высокими механическими качествами, нужно соединить твердость с вязкостью. Если у снаряда есть твердая оболочка, то она не даст ему расплющиться, но сама от распирающих внутреннего металла даст трещины; чтобы трещины не были сквозными, нужно затруднить разъединение частей твердой оболочки; для этого твердая оболочка должна быть крепко связана с остальной внутренней массой, настолько прочной и вязкой, чтобы она сама не давала трещин при разбухании от сжатия. Крупн делает твердую оболочку для головной и почти всей цилиндрической части как изнутри, так и снаружи снаряда посредством сильной закалки. Надо уметь сочетать твердую оболочку с вязкой внутренней массой, достаточно крепко связать их, отыскать надлежащее соотношение их толщин и избежать развития сильных внутренних натяжений. Оказывается, как это было сказано раньше, что хром позволяет стали принять сильную закалку снаружи и в то же время сообщает незакаленной массе большое сопротивление на растяжение и сжатие, а также вязкость и упругость. При закалке важно нагреть сталь до надлежащей температуры и отыскать способ охлаждения, при котором закаливается слой данной толщины и в данной степени, без развития чрезмерных внутренних натяжений; стало быть, надо по возможности точно измерять температуру нагрева и подыскать опытом охлаждающую жидкость, ее температуру и прием, которым она приводится в соприкосновение с закаливаемой поверхностью. Благодаря такому количеству влияющих обстоятельств операция закаливания усложняется до крайности, требует долгих изысканий и должна совершаться под руководством сведущих людей.

Года три тому назад адмирал С.О.Макаров предложил снабжать стальные снаряды колпачками из сравнительно мягкой и вязкой стали. Снаряды одной и той же партии, разбивавшиеся в куски без колпачков, легко пробивали броню насквозь и оставались совершенно цельными, когда снабжались колпачками из вязкого металла. Вопрос этот пока еще (1898 год. — *Примеч. ред.*) недостаточно разработан.

## Бронева одежда судов

В первое время возникновения броненосного флота броневые плиты прокатывались из мягкого сварочного железа и имели толщину около 3—4 дюймов. По мере того как усиливалась пробивающая способность снарядов береговой артиллерии, толщина железной брони все более и более возрастала; в особенности быстро шло возрастание в семидесятых годах; наконец толщина железной брони достигла 20 дюймов. Когда же и этого оказалось недостаточно, то в Англии (на заводе Каммеля) были направлены усилия комбинировать твердую стальную одежду с железной, играющей роль вязкой сдерживающей подкладки; почти одновременно во Франции пытались приготовить сплошные стальные брони.

Сталежелезные плиты на первых же порах по сравнению с железными оказались превосходными: железная подкладка действительно не давала твердой стальной облицовке распадаться на куски, и даже трещины часто бывали несквозные, стальная же лицевая сторона представляла настолько твердую поверхность, что тогдашние снаряды не могли проникать в нее, не разбиваясь. Сварка железа со сталью представляет, однако, большие трудности и тем большие, чем тверже сталь и толще броня, ибо чем ниже критическая температура стали, тем острее приходится нагревать плиту, чтобы довести железо до температуры вара и в то же время не пережечь сталь.

На заводе Каммеля сначала готовят из сварочного железа толстый пакет и прокатывают его в плиту, которую вслед за тем вкладывают в сильно раскаленном состоянии в изложницу, имеющую вид большого плоского ящика; внутренняя высота ящика превышает в полтора раза толщину железной плиты. Один из узких боков ящика открыт — ящик ставится на ребро открытым боком вверх, а над ним вдоль щели (которая рядом с ребром железной плиты) ставится желоб с отверстиями; в желоб пускают из чана расплавленную сталь (обыкновенно из мартеновской печи), которая многими небольшими струями наливается в пространство изложницы, не занятое железным пакетом. Во время заливки стали она приваривается к железу, раскаленному докрасна. Когда сталь застынет, плиту вынимают из изложницы и еще прокатывают между валками, чтобы более обеспечить приваривание стали и по возможности выжать попавшие в спай шлаки и сжать пузыри и усадочные пустоты в залитой стальной части теперь уже сложной плиты. (...)

Производство сталежелезных плит развилось преимущественно в Англии, где ими до последнего времени одевался весь военный флот. Наше морское министерство ввело 15 лет тому назад производство сталежелезных плит на Колпинском заводе. К сожалению, в России результаты получились хуже, чем в Англии, и, кроме того, техническая сторона дела находилась в руках английской компании того же завода Каммеля, так что по истечении срока контракта (1891 год) броневое производство не осталось вполне упроченным в России; наступивший затем переход к введению у нас производства сплошных стальных плит потребовал новых и продолжительных опытов. Стальные плиты, как сказано раньше, начали изготовлять во Франции; на первых порах эти плиты часто раскалывались от удара снаряда, и потому от их применения к бронированию судов долго воздерживались. Однако французские заводы продолжали разработку этого вопроса, и на Парижской Всемирной выставке в 1878 году заводы Крезе и Фуршамбо выставили громадные стальные плиты, как сваренные из отдельных пластов мягкой стали, так и сплошные, испытанные стрельбою.

Опыт показал, что французские заводы достигли весьма хороших результатов, снаряды увязали в броне или пронизывали ее, не производя трещин; с тех пор производство это сильно пошло вперед, и теперь повсюду новые военные суда одеваются преимущественно стальными плитами. О развитии и значении броневое производства можно судить по гран-

диозности механических приспособлений. (Например, на заводе Сен-Жак новый прокатный стан для прокатки стальной брони — длина прокатных валков — 4 м, вес каждого валка — 30 т. Толщина болванки до первого обжима может достигать до 1,80 м, толщина прокатанной брони — до 0,60 м, вес — до 60—80 т.)

Хотя сплошные стальные плиты получались очень хороших качеств, закалка лицевой стороны плиты, как показал опыт, значительно увеличивает ее прочность и неуязвимость, в особенности если эта сторона перед закалкой процементована углеродом на некоторую глубину. Такая цементация была впервые патентована Гарвеем, отчего операция получила название гарвеирования.

В составе стали, идущей на изготовление брони, в настоящее время замечается довольно большое разнообразие: одни предпочитают сталь средней твердости с цементацией и закалкой лицевой стороны, другие предпочитают сталь с небольшим содержанием углерода (0,25—0,40%) и 2—3% никеля, с цементацией или без цементации лицевой стороны, третьи берут сталь, содержащую большое количество марганца и средней твердости по углероду; наконец, приняты опыты со сталью, содержащей одновременно хром, никель и марганец или же по два из этих металлов с большим или меньшим содержанием углерода. Таким образом, в настоящий момент было бы очень трудно определить, за каким



АРХИВ

металлом для брони останется победа, тем более что и с бронебойными снарядами опыты далеко еще не окончены.

Что касается новейшего времени, то для пробиваемости брони из специальной стали, с цементацией и закалкой, можно принять процентов на 30—35 высшее сопротивление, так что новейшая броня выходит наполовину тоньше прежней железной, а при равной толщине с последней требует для ее пробивания почти четверную энергию против железной.

Отсюда видно, насколько морское ведомство должно быть заинтересовано в успехах металлургии для облегчения брони при ее высшей неуязвимости и через то получить возможность усилить боевую способность судна.

## Краткий словарь металлурга

Чугун — это сплав системы «железо—углерод», в котором углерода более 2,14% по весу. Сталь — сплав той же системы, но в ней углерода меньше. В твердом состоянии растворимость углерода в железе ничтожна, поэтому во время охлаждения он в том или ином виде обособляется от железа. В стали углерод выделяется в виде **цементита** — карбида железа  $FeC_3$ , и это происходит уже в твердом состоянии. В чугуне значительная доля углерода может выделяться уже в процессе затвердевания. Если скорость охлаждения велика, то он выделяется в виде цементита, и получается **белый чугун** — по цвету излома; у него высокая прочность и низкая пластичность. При малой скорости охлаждения углерод выделяется в виде графита — это более пластичный **серый чугун**. Твердость чугуна выше, чем у стали, поэтому обрабатывать его стало возможным после изобретения высокопрочных инструментальных сталей: чугунный замок распилить обычной ножовкой по металлу очень трудно. Поэтому чугунные детали обычно получают литьем, при котором не требуется значительной механической обработки для придания формы изделию. Длительной термической обработкой белого чугуна можно добиться такого изменения структуры, которое повысит его пластичность, — получится ковкий чугун.

Увеличение содержания цементита в поверхностных слоях металла повышает их прочность и твердость; этот

процесс называется **цементацией**. Его осуществляют за счет нагрева детали в присутствии источника углерода — газообразного или твердого. Чем больше время нагрева, тем больше получается толщина упроченного слоя и тем выше концентрация углерода на поверхности детали.

Чугун получают из руды и кокса — источника углерода, а сталь из чугуна с различными добавками. Суть технологии сводится к удалению излишнего углерода, при этом если углерода остается менее 0,7%, то получается **низко- и среднеуглеродистая сталь**, обладающая сравнительно низкой прочностью, но высокой пластичностью, из нее делают различные конструкции. **Высокоуглеродистые стали** — твердые, но хрупкие, идут на изготовление инструмента.

Основной современный сталеплавильный процесс — конверторный, запатентованный в 1857 году Генри Бессемером. В этом процессе жидкий чугун, налитый в специальный сосуд (конвертор), продувают сжатым воздухом или кислородом. При этом быстро выгорают все примеси, в первую очередь углерод, и получается сталь. Для получения легированной стали в конвертор добавляют соответствующие элементы, однако регулировать состав в процессе плавки нелегко. Как правило, если попасть в состав не удалось, металлурги выжигают излишние элементы и получают наиболее распространенную строительную сталь СтЗ, содержание элементов в

которой даны стандартом в широких пределах: углерода 0,14—0,22%, кремния 0,05—0,17%, марганца 0,4—0,65%, никеля, хрома и меди — до 0,3%.

В 1864 году Пьер Мартен предложил свой способ, который широко применялся в XX веке, а ныне претерпевает упадок. В мартеновскую печь загружают чугун с добавками лома или руды, над поверхностью расплавленного металла продувают горячий воздух: он нагревает металл, а содержащийся в воздухе кислород выжигает углерод. Возможно и бескислородное дутье, тогда вещества, окисляющие углерод, вводят в шихту. Плавка идет в десять раз дольше, чем в конверторе, в этом и недостаток, и преимущество мартеновского процесса. Недостаток — низкая производительность и высокая цена стали. Преимущество — возможность перерабатывать любые соотношения лома и чугуна, а также постепенно добавлять легирующие элементы, добываясь требуемого состава. Поэтому мартеновским способом получают высококачественные стали. Еще более высококачественную сталь можно получить, выплавляя ее в маленьких горшках — тиглях. При этом вес плавки составляет несколько десятков килограммов, стоит такая сталь дорого и для промышленного производства не применяется.

# Как стреляет жук-бомбардир

Огромный жук, похожий на жукелицу размером с танк, выползает из земли, направляет брюхо в небо, тужится, раздувается и вдруг выпускает светящуюся каплю, которая устремляется в космос и сбивает космический корабль. Так авторы фильма «Десант», поставленного по одноименной повести Роберта Хайнлайна, изобразили один из эпизодов конфликта между биологической цивилизацией арахноидов и землянами. Насколько правдоподобно такое биологическое оружие? Ответить на этот вопрос позволяет исследование новозеландских математиков во главе с Алексом Джеймсом из Биоматематического центра Кентерберийского университета в Крайст-Чёрче («Journal of the Royal Society Interface», 2013, 10, 79, 20120801; doi: 10.1098/rsif.2012.0801). Они построили математическую модель жука-бомбардира и выяснили, как режим его стрельбы связан со строением соответствующих боевых органов.

Жук-бомбардир — общее название для насекомых разных видов, умеющих стрелять по врагу горячей субстанцией, которую они выбрасывают из кончика брюшка. Одни жуки выпускают горячую струю, другие стреляют очередями капель, третьи распыляют вокруг себя туман, четвертые покрываются жгучей пеной. В общем, хищник, желающий полакомиться таким жуком, получает в лучшем случае неприятные эмоции, а в худшем — ожог, поскольку жук может нагреть свой снаряд чуть ли не выше температуры кипения воды. Впрочем, эта особенность была замечена лишь однажды, а систематические измерения температуры снарядов жуков-бомбардиров показали, что ее максимальная величина равна 81°C, однако у некоторых видов остается в пределах всего лишь 34—47°C.

Различия и в температуре, и в видимом проявлении жучиного обстрела заставили энтомологов предположить, что этот механизм развивался независимо у разных групп насекомых. И тем не менее он получился схожим. В его основе лежит химическая реакция между водородом и кислородом, при которой выделяется много тепла. Сырьем же для реакции служат перекись водорода  $H_2O_2$  и гидрохинон  $C_6H_6O_2$ , вы-



рабатываемые соответствующей железой. По протоку эти вещества поступают из железы в реакционную камеру, длина которой может достигать трети тела жука. На стенках камеры расположены ферменты; они отщепляют от перекиси кислород, превращая ее в воду, а от гидрохинона — водород, переводя его в бензохинон  $C_6H_4O_2$ .

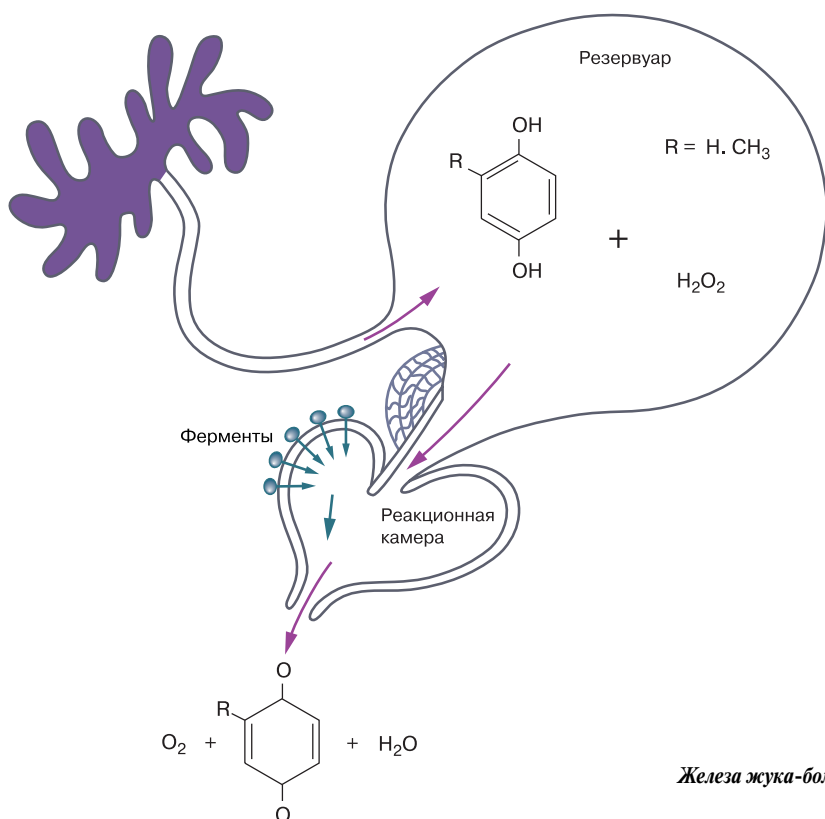
Общее выражение всей реакции выглядит так:  $H_2O_2 + nC_6H_6O_2 \rightarrow (1+n)H_2O + (1-n)O_2 + nC_6H_4O_2$ , где  $n$  — молярное соотношение перекиси и гидрохинона.

И само каталитическое разложение перекиси, и реакция водорода с кислородом дают много тепла. Оно нагревает жидкость, находящуюся в камере, превращая часть воды в пар. Кроме того, некоторое количество кислорода может оказаться неизрасходованным — это определяется производительностью желез жука, а также растворимостью гидрохинона в смеси воды с перекисью. Оба газа — пар и кислород — создают давление. Оно может сначала перекрыть проток железы, по которому в камеру поступают химикаты, а потом открыть выпускной клапан и отправить нагретую жидкость в нос неприятелю. Созданная новозеландцами модель и позволяет изучить весь этот химический процесс.

Как оказалось, внутренний реактор жука-бомбардира способен работать в четырех режимах, переход между которыми зависит от диаметра протока железы и закрывающего его давления. Если и диаметр, и закрывающее давле-

ние малы, реагент поступает со столь малой скоростью, что ни нагреть жидкость, ни тем более создать давление не получается. Математическая модель при этом режиме никакого обстрела не дает, а вопрос о том, существуют ли такие жуки в природе и что происходит с реакционной жидкостью у них, выходит за ее пределы.

Следующий режим, циклический, устанавливается либо при малых значениях диаметра канала, либо при малом закрывающем его давления, однако здесь во время поступления компонентов смеси в камеру идет достаточно интенсивная реакция, чтобы давление возрастало и происходил выброс вещества. С каждым выбросом температура оставшейся жидкости повышается, реакция начинается все раньше, и в какой-то момент поток реагентов становится слишком слабым для поддержания необходимого давления. Оно падает, и процесс бомбардировки на некоторое время прекращается. Частота периодов — 200 раз в секунду, а внутри каждого периода циклы выбросов следуют с частотой 2000 раз в секунду. Получается, если посмотреть на процесс с сильным замедлением, артобстрел с перерывами; невооруженным глазом таких деталей разобрать не удастся. При этом достигается самая высокая температура жидкости — до 80°C. Здесь же расчет дает и наибольшую скорость вылетающей струи — 54 км/ч. Некоторые экспериментаторы, впрочем, находили жуков-



Железа жука-бомбардира

рекордсменов, которые выбрасывали свои снаряды со скоростью в два раза большей. Такой пульсирующий режим характерен для крупных насекомых с большим диаметром протока и малым закрывающим его давлением. Во всяком случае, расчетные колебания давления выпускаемой жидкости качественно совпали с экспериментальными, когда крупный, до 2 см длиной, жук-бомбардир вида *Stenaptus insignis* стрелял в пьезоэлектрическую пластину, которая быстро фиксировала серии ударов, перемежающихся паузами.

Непрерывный цикл получается, если реагентов хватает для поддержания необходимого давления. Тогда они поступают до тех пор, пока возрастающее давление не перекроет впускной клапан. Химическая реакция продолжается, давление растет, достигает критического значения, открывается выпускной клапан, и из жука вылетает очередной заряд, после чего процесс повторяется сначала. Частота бомбардировки при этом достигает тысячи раз в секунду, температура же падает до 35–70°C.

Четвертый режим реализуется, когда поток реагентов из железы не перекрывается вообще. Возникшее однажды давление непрерывно выталкивает струю жидкости, в которой компоненты не успевают до конца прореагировать друг с другом. Поэтому температура струи невелика, около 30°C, но зато в ней высоко содержание непрореагировавших компонентов, в первую

очередь едкой перекиси водорода. При этом противник получает не тепловой, а химический ожог, однако жука и такой вариант устраивает.

Так исследование новозеландских ученых подводит читателя к мысли, что многообразие действий жуков-бомбардиров определяется небольшим различием их внутреннего строения, поэтому все они вполне могли произойти от общего предка, впервые открывшего способ обстрела противника горячими едкими жидкостями.

Это отнюдь не первая модель жука, однако предыдущие были несовершенны, не учитывали химизм реакции и полагались исключительно на нагрев воды и образование пара как главного средства поднять давление в камере. Новая же модель показала, что необязательно нагревать воду до высокой температуры: для повышения давления в камере жуку вполне достаточно выработать перекись водорода и получить из нее много газообразного кислорода. Поскольку на разложении перекиси работают даже некоторые реактивные двигатели, прямого запрета на создание этим методом давления, достаточного для выброса снаряда на околопланетную орбиту, не видно. (Если, конечно, не принимать во внимание прочность материалов, составляющих тело гипотетического жука, и саму возможность существования насекомых размером в десятков метров.) Поэтому создатели фильма «Десант» не сильно погрешили против истины. Можно себе

даже представить, как взрывается этот снаряд: если в выбрасываемой капле жидкости некоторое время сохраняется много непрореагировавших кислорода и водорода, то по мере ее расширения в безвоздушном пространстве и соответственно падения объемной концентрации может быть преодолен верхний порог воспламенения. Тогда получится гремучая смесь, которая легко взорвется при соприкосновении с космическим кораблем.

Нам, людям, с нашей технологической цивилизацией нет нужды заниматься генетической инженерией жуков-бомбардиров на страх вероятному противнику — в настоящих звездных войнах предполагается использование мощных лазеров, ракет и роботов. И все-таки жуков мы исследуем не только потому, что это интересно, но и ради практических выгод с использованием принципов бионики. Так, предыдущая математическая модель этого жука, построенная в 2007 году Навидом Бехешти и Энди Макинтошем из Лидского университета («Bioinspiration and Biomimetics», 2007, 2, 4, 57; doi:10.1088/1748-3182/2/4/001), в которой все заканчивалось просто нагревом воды, оказалась очень полезной. Ее авторы, перейдя от программы к металлу, создали двухсантиметровое устройство, которое нагревало воду с помощью электричества, а затем выбрасывало ее на 4 метра. На этом устройстве отработали технологию, названную *mMist*, и в 2008 году предложили применить ее для огнетушителей, медицинских ингаляторов и систем впрыска топлива в двигателях внутреннего сгорания. Кто знает, какие приложения найдет новая модель, показавшая, что нагрев можно заменить химической реакцией, проходящей с образованием газообразных продуктов.

С.Анофелес



# Наконец-то: противозачаточная таблетка для мужчин!

**О.В.Посух**

О такой чудо-таблетке и мужское и женское население планеты мечтает уже много лет. Однако успехи в этой области были достигнуты совсем недавно. Уж очень высоки требования: мужская противозачаточная таблетка должна работать без осечек, не иметь побочных эффектов и, разумеется, действие ее должно быть обратимым и не давать никаких последствий. Иначе ни один мужчина не согласится рискнуть... Мы расскажем о нелегком пути, который привел к открытию негормонального препарата, обратимо блокирующего сперматогенез на генном уровне и удовлетворяющего всем упомянутым условиям.

Кому-то проблема покажется надуманной: зачем нужны мужские контрацептивы, когда есть женские? Но средства для женщин решают не все задачи. Темпы роста населения Земли набирают обороты (в некоторых странах почти неконтролируемо). Значительный процент беременностей остается незапланированным, а это порождает высокую частоту аборт, особенно среди подростков. Варианты контрацепции, придуманные для женщин, во всем их разнообразии — от барьерных, внедряемых хирургически, до гормональных препаратов в различных формах, — к сожалению, доступны не всем из-за высокой стоимости или же физиологической непереносимости. А значит, потребность в мужской альтернативе остается.

## **Мужчины были первыми**

Начнем с того, что, когда ученые впервые пытались создать противозачаточную таблетку, она была «адресована» не женщинам, а мужчинам. Дело в том, что до появления гормональных женских контрацептивов, то есть до начала 60-х годов, именно на плечи мужчин ложилась вся ответственность за предотвращение нежелательной беременности, поэтому совершенно логично, что ученые сначала бросились помогать им в этом нелегком деле.

*Количество сперматозоидов от 20 до 40 миллионов на миллилитр семенной жидкости считается нормальным. Препарат, уменьшающий концентрацию сперматозоидов до примерно миллиона на миллилитр семенной жидкости, способен снизить фертильность на 99%.*



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Итак, в конце 50-х в районе города Салем (штат Орегон, США) ученые начали тестирование препарата для контроля рождаемости под названием WIN 18446 (N,N'-бис(дихлороацетил)1,8-октаметиленадиамин) на тюремных заключенных-мужчинах. Препарат сработал отлично: заключенные чувствовали себя хорошо и выглядели вполне здоровыми, однако сперматозоидов у них становилось меньше, да и те оказывались чахлыми и немощными. Казалось бы, то, что надо. Но к сожалению, когда клинические испытания стали проводить среди свободного населения, обнаружился неприятный побочный эффект. У мужчин после приема препарата начинали проявляться характерные признаки отравления: рвота, потливость, головные боли и нечеткое зрение. Причиной фиаско оказался алкоголь. Поскольку заключенные употребляют спиртное не могли, во время первых испытаний WIN 18446 никому и в голову не пришло, что он может плохо сочетаться с выпивкой. Таким образом, работа над мужской чудо-таблеткой была заброшена, и в последующие 50 лет подобных экспериментов даже не начинали.

### Почему это так трудно?

На примере WIN 18446 хорошо понятно, почему создание «мужской противозачаточной таблетки» — дело чрезвычайно сложное. В этом препарате было все, что нужно: он блокировал сперматогенез у всех, кто его принимал (то есть неизбирательно), эффект был обратимым — количество сперматозоидов возвращалось к нормальному, если прием препарата прекращался. Но дело все равно провалилось, так как ни один мужчина не захотел бы отказаться от выпивки.

Требования к мужским контрацептивам гораздо выше, нежели к женским. Например, прием гормональных женских контрацептивов повышает риск образования тромбов в кровеносных сосудах. Однако риск образования тромбов при беременности в десять раз выше, поэтому таким побочным эффектом можно пренебречь. У мужчин же рисков, связанных с беременностью, нет, поэтому побочных эффектов у препаратов для мужчин просто не должно быть. Тем более что препарат надо будет принимать постоянно в течение длительного времени.

### Основные достижения

Со времен изобретения презерватива (кажется, в XVI веке неким Чарльзом Кондомом) появилось множество полезных идей в области мужской контрацепции (рис. 1). Рассмотрим их по порядку.

Прежде всего, существуют хирургические методы. Если заблокировать просвет семенных протоков (vas deferens) при помощи имплантированных пробок, это воспрепятствует движению сперматозоидов. Подобные пробки потом могут быть удалены хирургически или растворены. При вазэктомии хирургически удаляется часть vas deferens, и это необратимо.

Продвижению спермы в vas deferens способствуют два типа мышечных сокращений — поперечные и продольные. Определенные препараты могут зафиксировать продольное сокращение, отчего семенной проток схлопнется, препятствуя эякуляции. На этом основан метод «сухого оргазма».

Хорошо известно, что для нормального производства сперматозоидов необходима температура на несколько градусов ниже 37°C. Вот почему, если носить слишком тесное нижнее белье, семенники окажутся в непосредственной близости к телу, и это может нарушить сперматогенез. Прочие способы температурного воздействия на семенники тоже работают.

До недавнего времени ученые пытались создать мужскую противозачаточную таблетку наподобие женских гормональных контрацептивов. Не вдаваясь в биохимические подробности, можно утверждать, что искусственно завышенный уровень тестостерона подавляет уровень других гормонов, необходимых для созревания сперматозоидов. Работает это потрясающе — количество сперматозоидов снижается очень сильно и почти мгновенно. Однако повышенная концентрация тестостерона сказывается и на других тканях организма, тонко реагирующих на уровень половых гормонов, и вызывает множество весьма неприятных побочных эффектов. К тому же доставить тестостерон к семенникам оказалось не так просто. Тестостерон, принимаемый перорально, разваливается в организме так быстро, что мужчинам пришлось бы принимать по несколько таблеток в день, чтобы поддерживать достаточно высокий уровень этого гормона. Альтернативные методы — инъекции и гели — очень уж неудобны в быту. Вдобавок у 20% мужчин гормональная контрацепция вообще не работает! А когда мужчины, участвовавшие в первых клинических испытаниях, начали жаловаться на такие побочные эффекты, как прыщи, ожирение, резкие перемены настроения, снижение полового влечения и исчезновение эрекции, стало понятно: это будет плохо на фармацевтическом рынке, и разработки свернули.

Современные исследователи отходят от бешено циркулирующих по всему организму гормонов и делают ставку на молекулы, специфичные только для семенников. Так, например, ученые из Медицинского центра Канзасского университета определили, что препарат под названием «гамендазол» нарушает работу клеток Сертоли. Эти клетки не только питают



1  
Возможные стратегии снижения количества сперматозоидов

и защищают некрепшие созревающие спермии, но еще и удерживают их от преждевременного выхода в просвет семенного канальца. (Больше узнать о клетках Сертоли и тонкостях сперматогенеза можно из статьи Веры Башмаковой на сайте «Элементы», <http://elementy.ru/news/431906>.) Гамендазол нарушает сдерживающую функцию клеток Сертоли, снижая уровень ингибина В, и незрелые спермии, способные к оплодотворению, высвобождаются и устремляются в семенные протоки. Действие гамендазола набирает силу всего в течение нескольких недель и является обратимым. Еще одно достоинство этого препарата состоит в том, что ему не нужно преодолевать гемато-тестикулярный барьер, так как клетки Сертоли доступны с его «кровенной» стороны. Гамендазол кажется идеальным решением, и все же ученые, обнаружившие его контрацептивный эффект, вот уже несколько лет не могут получить разрешение на клинические испытания, в основном из-за бюрократических проволочек.

И наконец, современная стратегия, которая считается наиболее перспективной из-за достаточно высокой эффективности в сочетании с узкой направленностью действия, — атака на семенник-специфичные гены. Блокируя активность генов, которые экспрессируются исключительно в семенниках, можно полностью нарушить производство сперматозоидов или серьезно ослабить их подвижность. Об этом более подробно будет рассказано дальше.

## О ретиноевой кислоте

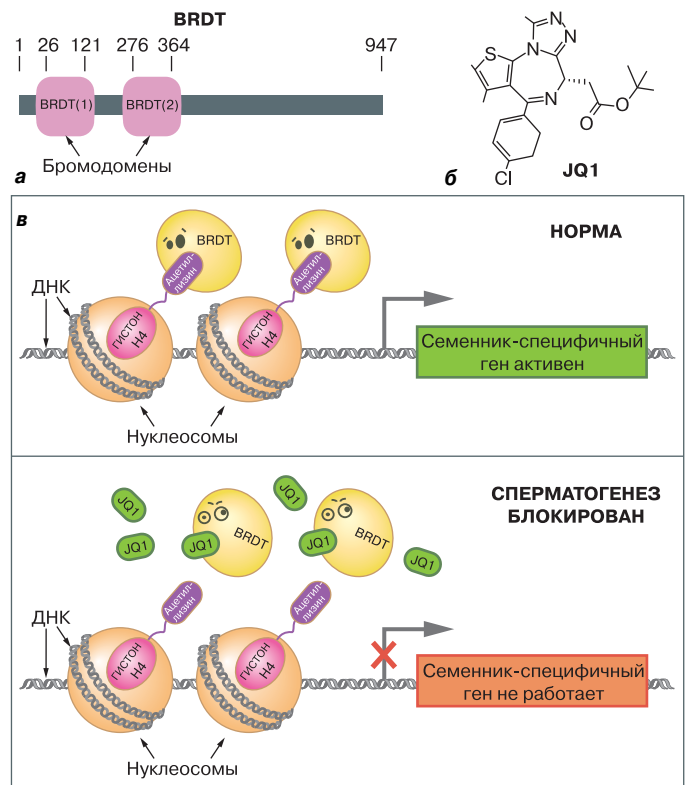
История провала WIN 18446, описанного в начале статьи, спустя полвека помогла сделать следующий шаг. Поскольку WIN 18446 отравлял только тех, кто принимал алкоголь, ученые заподозрили, что, скорее всего, этот препарат нарушает какой-то из этапов естественного распада этанола в организм.

Этанол, содержащийся в вине, пиве и прочих спиртных напитках, попадая в организм, метаболизируется до ацетальдегида. Ацетальдегид весьма ядовит (именно его присутствие в организме вызывает многие неприятные ощущения, связанные с передозировкой алкоголя), а фермент под названием ALDH (ацетальдегиддегидрогеназа) нейтрализует его, превращая в уксусную кислоту.

В 2010 году удалось выяснить, что WIN 18446 связывается с ALDH и стопорит весь процесс, что приводит к накоплению ацетальдегида и соответственно отравлению. Из этого открытия следовали важные выводы. В семенниках тоже происходит процесс превращения спирта в кислоту, только не этанола, а ретинола (одна из форм витамина А) в ретиноевую кислоту. Во время сперматогенеза ретиноевая кислота связывается с белком RAR, образуя комплекс, необходимый для созревания сперматозоидов из клеток-предшественников. В семенниках превращением ретинола в ретиноевую кислоту занимается особая альдегиддегидрогеназа ALDH1a2. А это значит, что если подкорректировать особенности связывания WIN 18446, то можно заставить его игнорировать ALDH и заблокировать только ALDH1a2 в семенниках. Такой препарат сохранил бы контрацептивное действие, но был бы совместим с алкоголем.

С насюда сделать это не удалось. Были проверены около сотни вариаций WIN 18446, и ни одна не сработала. Неунывающие ученые проскринировали еще 60 000 молекул и нашли-таки среди них семь, способных специфически блокировать ALDH1a2. Но это не финиш — какие-то из этих молекул могут оказаться токсичными или не смогут преодолеть гемато-тестикулярный барьер. Так что до клинических испытаний пока очень далеко.

История с WIN 18446 побудила еще несколько лабораторий обратить внимание на роль ретиноевой кислоты в сперматогенезе. Одна из таких лабораторий в Колумбийском университете Нью-Йорка путем скрининга обнаружила вещество, которое блокирует связывание ретиноевой кислоты с белком RAR. При этом нужные для созревания сперматозоидов гены



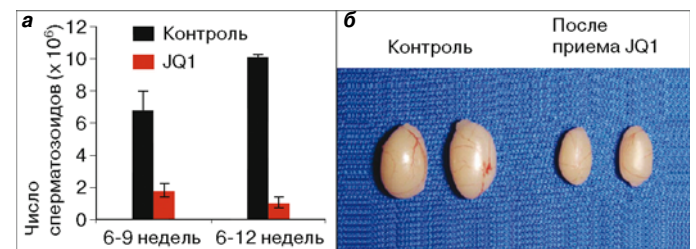
2 **Схема белка BRDT, где цифры — порядковые номера аминокислот (а), структурный аналог ацетилированного лизина JQ1 (б); принцип действия JQ1 на экспрессию семенник-специфичных генов (в)**

не активируются вообще. Но и тут не обошлось без трудностей. Эффект препарата оказался системным — ретиноевая кислота не могла связываться с белками, схожими с RAR, в других тканях. И теперь исследователи бьются над тем, чтобы сделать его семенник-специфичным.

Глава этой группы ученых, Дебра Вольгемут, как и многие ее коллеги, считает свою работу важной не только для планирования семьи, но и для поддержания на адекватном уровне общего населения Земли (по некоторым прогнозам, оно может вырасти до 10 миллиардов уже к середине этого века). Тестирование противозачаточных препаратов на лабораторных грызунах также натолкнуло Дебру на весьма полезную идею о том, как можно избавить нью-йоркское метро от крыс, — но это уже тема для отдельной статьи.

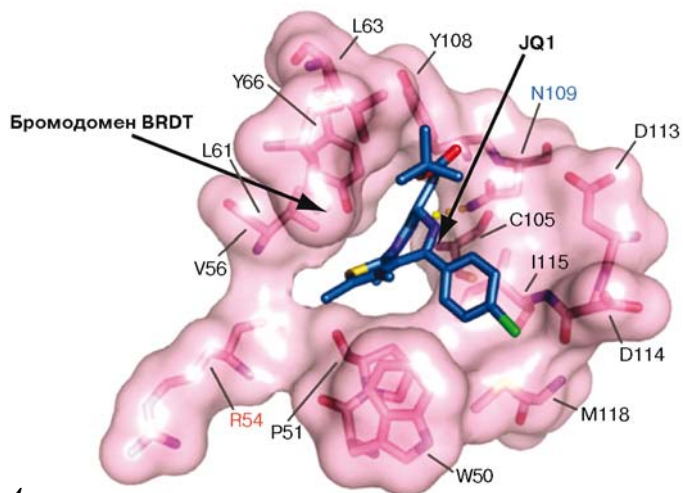
## Сенсация по имени JQ1

Кроме участников каскада ретиноевой кислоты существуют еще сотни генов, экспрессирующихся только в семенниках. И выключение любого из них может остановить «конвейер» сперматогенеза.

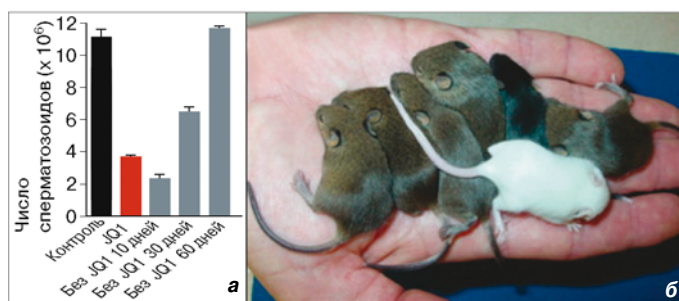


3 **JQ1 подавляет сперматогенез: количество сперматозоидов в эпидидимисе, придатке семенника (а); размер семенников мышей существенно уменьшился после приема препарата JQ1 в течение трех недель (б).** (Здесь и далее рисунки из статьи М.М. Matzuk et al)





4 Структура комплекса бромодомен BRDT(1)/JQ1. Первый бромодомен белка BRDT обозначен розовым, а молекула JQ1 – синим цветом. Видно, что ацетиллизин-связывающий «карман» бромодомена полностью занят молекулой JQ1



5 Эффект JQ1 обратим. Количество сперматозоидов восстанавливается до уровня нормы уже через 60 дней (а), и через четыре месяца у самок появилось здоровое потомство (б)

Одну из элегантнейших попыток подобного «саботажа» совсем недавно предприняли ученые из Бостона и Хьюстона. В процессе скринирования потенциальных противораковых препаратов несколько лет назад они обнаружили вещество под названием JQ1 (тиенозепиновый ингибитор, рис. 2б), ингибирующее деление раковых клеток. Происходит это за счет связывания JQ1 с особыми белками, обладающими бромодоменом (см. ссылку на их публикацию в журнале «Cell» в конце статьи).

Бромодомен не имеет отношения к элементу бром: он получил такое название, потому что впервые был идентифицирован в белке дрожифилы Braham. Доменом белка называется участок с определенными функциями, в частности бромодомен специфически взаимодействует с остатками аминокислоты лизина в других белках, если они ацетилированы, то есть несут ацетильную группу  $\text{CH}_3\text{CO}$ .

Одной из целей исследования было проанализировать, как будет вести себя JQ1 в разных тканях. И оказалось, что у мышей этот препарат способен ингибировать специфичный для семенников бромодомен-содержащий белок BRDT. Этот белок весьма консервативен функционально и структурно, а значит, BRDT человека тоже можно «выключить» при помощи JQ1. Занимается этот BRDT тем, что специфически модифицирует гистоны — белки, на которые намотана ДНК. А взаимодействие ДНК с гистонами необходимо не только для ее компактной упаковки, но и для регуляции активности генов (см. «Химию и жизнь», 2012, № 10).

В BRDT есть два бромодомена, которые узнают гиперацетилированный лизин в гистоне H4 (рис. 2а). Это способствует активации множества генов, необходимых для сперматогенеза (рис. 2в). Здесь и вмешивается JQ1 — структурный аналог ацетилированного лизина. Он может конкурентно

взаимодействовать с BRDT, не давая последнему связаться с гистонами. Ранее было известно, что мыши с делецией бромодомена BRDT или с нокаутом по этому гену — стерильны, а многие клинические случаи нарушения фертильности у мужчин связаны с мутациями в этом гене. Все указывало на то, что JQ1 в качестве мужского контрацептива обладает огромным потенциалом.

После испытаний на мышах стало понятно — это успех. При заблокированном BRDT сперматогенез останавливался на середине, но даже те спермии, которым удалось попасть в просвет семенного канальца, почти не могли двигаться (подвижность была снижена в 4,5 раза). Самцам мышей регулярно давали JQ1 в течение 3—6 недель, и размер их семенников уменьшился до 40% от нормы (рис. 3б), а количество сперматозоидов снизилось до 11% от нормы (рис. 3а). Очень важно, что уровень половых гормонов не изменился. А это значит, что удастся избежать побочных эффектов, которые при предыдущих попытках создания мужских контрацептивов были связаны именно с гормональными нарушениями!

Каким же магическим образом блокируется сперматогенез под действием JQ1? Благодаря маленькому размеру молекула JQ1 преодолевает гемато-тестикулярный барьер и попадает в клетки-предшественники сперматозоидов, где немедленно связывается с белком BRDT. Анализ структуры комплекса BRDT/JQ1 показал, что активный центр бромодомена BRDT полностью занят маленькой молекулой JQ1 (рис. 4).

В качестве короткого отступления стоит отметить, что хроматин-ассоциированные белки, вроде BRDT, как правило, вовлечены в регуляцию активности генов. Авторы работы при помощи микрочипов исследовали генную экспрессию в семенниках при заблокированном бромодомене BRDT, и оказалось, что целые сотни генов, среди которых множество совершенно необходимых для сперматогенеза, практически перестают работать.

Но самым замечательным свойством JQ1 оказалась обратимость его контрацептивного эффекта. К облегчению многих дочитавших статью до этого места, сообщая, что авторы убедительно показали: размер семенников и количество сперматозоидов восстановились до 100% нормы (рис. 5а) и подопытные мыши-самцы стали папами здоровых мышат уже через четыре месяца после прекращения приема JQ1 (рис. 5б).

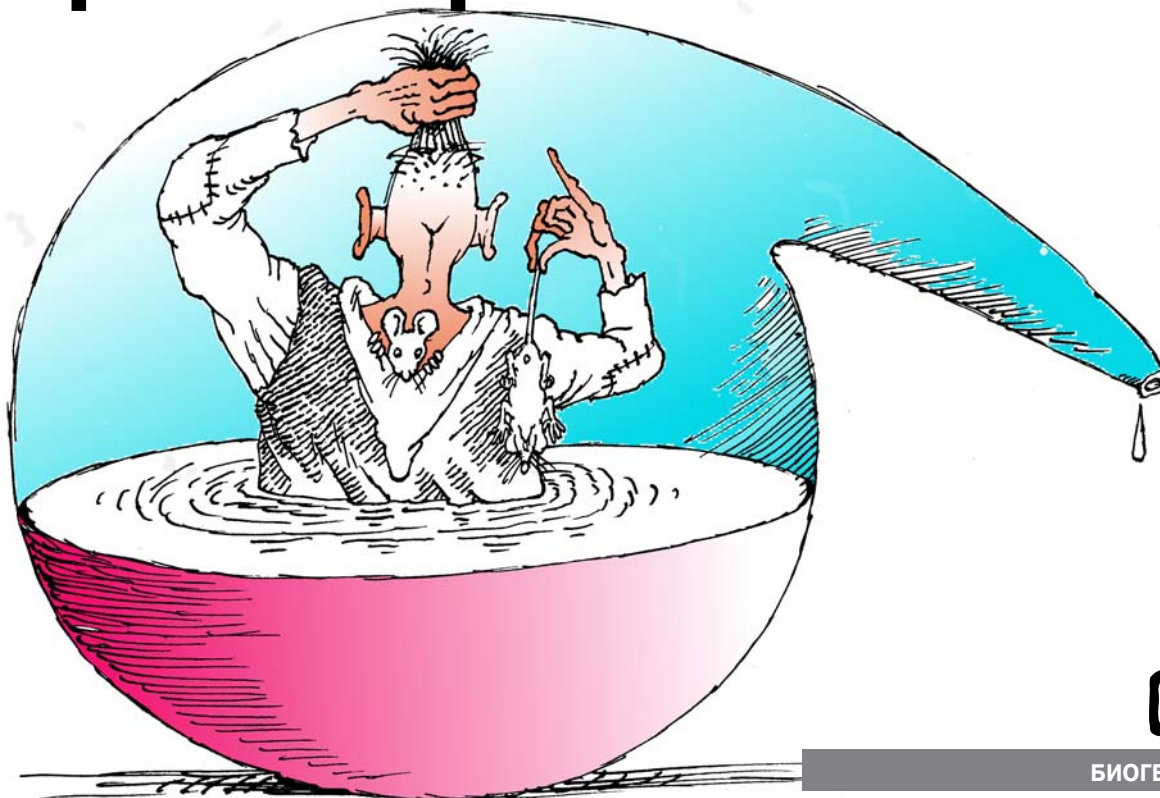
Безусловно, создателям препарата придется еще немало поработать над специфичностью воздействия JQ1 именно на семенник-специфичный BRDT. Но может быть, это как раз тот случай, когда ученым удастся обхитрить природу и создать эффективную, безопасную, дешевую, простую в производстве, легко переносимую без побочных эффектов и, самое главное, имеющую обратимый эффект мужскую противозачаточную таблетку!

#### Что еще можно прочитать о противозачаточных средствах для мужчин

S.Kean. Reinventing the Pill: Male Birth Control. «Science», 2012, 338 (6105), 318—320, doi:10.1126/science.338.6105.318/

M.M.Matzuk, McKeown M.R., Filippakopoulos P., Li Q., Ma L., Agno J.E., Lemieux M.E., Picaud S., Yu R.N., Qi J., Knapp S., Bradner J.E. Small-molecule inhibition of BRDT for male contraception. «Cell», 2012, 150 (4), 673—684.

# История вопроса



БИОГЕНЕЗ

**Д**ревние и средневековые ученые всего мира были уверены, что живые организмы постоянно самозарождаются из неживой материи: мухи из гниющего мяса, мыши из грязных тряпок и так далее. Первым попробовал проверить это итальянец Франческо Реди в XVII веке. Он клал мясо в кувшины и закрывал некоторые из них тонкой кисеей. Оказалось, что черви заводятся только в незакрытых кувшинах, в которые могут залетать мухи. Так было показано, что самозарождение червей в мясе невозможно — они вылупляются из яиц, отложенных мухами.

Затем были открыты микроорганизмы. Все считали, что хотя бы эти простейшие существа точно могут самозарождаться! Но и это было опровергнуто Спалланцани в XVIII веке и Пастером в XIX. Ладзарро Спалланцани кипятил бульон и запаивал его в стеклянных колбах. Бульон не прокисал месяцами и годами в запаиванной колбе, но быстро портился после ее вскрытия, и в нем обнаруживались бактерии. Критики возражали, что для самозарождения в запаиванной колбе недостаточно «упругости» (давления) воздуха. Тогда Луи Пастер повторил эксперимент Спалланцани, немного изменив его: вместо наглухо запаиванной колбы он использовал открытую, вытянув ее горло в длинную и тонкую S-образно изогнутую трубочку. Этого было достаточно, чтобы бульон не портился, хотя воздух мог проходить внутрь. Так было показано, что даже микроорганизмы образуются путем размножения существующих микроорганизмов. Кстати, узнав об опытах Спалланцани, повар Николая Аппер создал технологию консервирования продуктов в стеклянных банках, за что получил большую премию и личную благодарность от Наполеона.

После успехов Пастера перед учеными встала задача: объяснить происхождение жизни, раз уж жизнь есть, а самозарождения в экспериментах не происходит.

Первые успехи в этом направлении были достигнуты А.И.Опариним и Джоном Холдейном в 1920-х годах. Опарин работал с коллоидными растворами белков и полисахаридов и обнаружил, что в некоторых условиях растворенные белки собираются в компактные капли — коацерваты, — которые могут

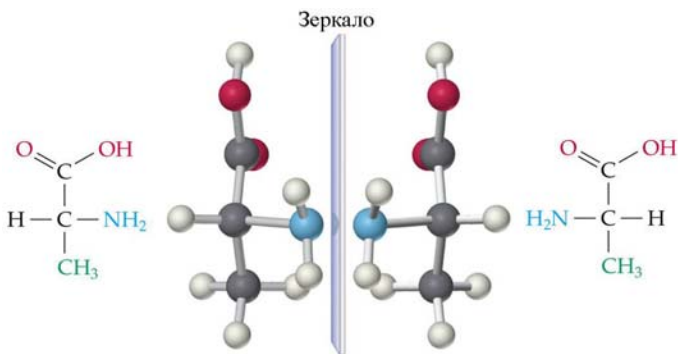
расти, поглощая растворенные вещества из внешней среды, и делятся подобно клеткам. Также он предположил, что атмосфера древней Земли была бескислородной и поэтому в ней мог протекать абиогенный синтез органических веществ. Холдейн развил и конкретизировал идею «первичного бульона» — древнего океана, взаимодействующего с бескислородной атмосферой, в котором под действием разрядов молний, солнечного ультрафиолета и вулканических извержений идут разнообразные химические реакции, приводящие к образованию сложных органических молекул, а те, в свою очередь, образуют коацерватные клетки.

Идеи Опарина и Холдейна получили экспериментальное подтверждение в 1953 году в опытах Стенли Миллера и Гарольда Юри. Они запаивали смесь газов, имитирующую древнюю атмосферу Земли ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ), в замкнутую стеклянную установку, в которой были подогреваемая колба с водой, холодильник и электроды. Через электроды пропускали электрические разряды, имитирующие молнии. По прошествии нескольких суток Миллер вскрыл установку и обнаружил в воде разнообразные органические молекулы, в том числе простейшие аминокислоты (глицин, аланин), сахара (глицеральдегид, гликолевый альдегид) и органические кислоты (уксусную, молочную), характерные для живых организмов. Последующие экспериментаторы, варьируя условия и совершенствуя методы анализа, расширили набор продуктов в таком синтезе. Были получены многие аминокислоты, пуриновые основания — аденин и гуанин (они появляются, если в смесь газов добавить синильную кислоту), четырех- и пятиуглеродные сахара.

В целом можно было считать, что большинство необходимых для жизни молекул синтезируются абиогенно в условиях древней Земли.

Тем временем глубокое изучение современной жизни биохимиками и молекулярными биологами показало, что живые клетки не так просты, как казалось ранее, и пропасть между живым и неживым весьма глубока.

Первой проблемой стала огромная сложность живых клеток. Геном даже самых простых бактерий состоит из более чем мил-



Оптические изомеры аминокислоты аланина

лиона нуклеотидов и кодирует свыше тысячи белков. Иными словами, бактериальная клетка содержит мегабайты информации. Для работы этого генома требуются специальные молекулярные машины синтеза белка (рибосомы), синтеза ДНК (репликативная вилка), энергоснабжения (как минимум 12 ферментов гликолиза, а обычно еще и электрон-транспортная цепь на мембране) и средства регуляции и управления (транскрипционные факторы и сигнальные белки). Сложность такой системы очень высока, а более простых самостоятельно реплицирующихся систем биология не знает. Вирусы не в счет — для их размножения требуется сложная живая клетка. Дарвиновский естественный отбор может породить все более сложные системы, но для этого они с самого начала должны быть способны к репликации. Если естественный отбор начинается только с появлением первой клетки, то для ее образования случайным путем требуется гигантское время — на много порядков больше возраста Вселенной. В англоязычной литературе эта проблема называется «irreducible complexity», и ей много внимания уделяют сторонники идеи «разумного замысла» — креационисты, притворяющиеся учеными. Им принадлежит, например, аналогия «случайное самозарождение жизни так же вероятно, как случайная сборка Боинга-747 при прохождении урагана через мусорную свалку».

Вторая проблема чисто химическая, и связана она с оптической активностью молекул в живых организмах. Напоминаю, что «оптически активными» называются органические молекулы, в которых к одному атому углерода присоединены четыре разные группы (см., например, «Химию и жизнь», 2009, № 5). Поскольку связи атома углерода направлены к вершинам пирамиды, возможны два способа размещения четырех групп вокруг такого атома, которые являются зеркальными отражениями друг друга, подобно левой и правой руке. (Подобное свойство веществ называется еще хиральностью, от древнегреческого χεῖρ — «рука».) Название «оптическая активность» напоминает о свойстве таких веществ поворачивать плоскость поляризации проходящего через них света, если одного оптического изомера больше, чем другого. Это позволило уже упомянутому Луи Пастеру разделить левовращающий и правовращающий изомеры винной кислоты, просто сортируя их кристаллы пинцетом: в поляризованном свете одни кристаллы были темными, а другие светлыми. Он же показал, что плесень может питаться только одним изомером винной кислоты.

Оптические изомеры многих веществ, например молочной кислоты, легко отличить по вкусу и запаху, потому что наши обонятельные рецепторы — белки, построенные из левых изомеров аминокислот. Правовращающие аминокислоты в белках не встречаются, хотя иногда бывают в клеточных стенках бактерий, олигопептидных антибиотиках и других экзотических местах. Кроме того, все природные ДНК и РНК содержат исключительно правый изомер сахара (рибозы или дезоксирибозы). Живое вещество, таким образом, хирально чистое, тогда как во всех абиогенных синтезах получаются левые и правые изомеры в равных долях, а синтезированные из



Структура рибозима под названием hammerhead, разрезающего другие РНК в определенном месте

такой смеси полипептиды и полинуклеотиды имеют беспорядочную структуру и не способны выполнять никакие функции.

Оптическая активность вещества проявляется либо при взаимодействии с поляризованным светом, либо при встрече с другим оптически активным веществом. Если мы хотим объяснить переход от смеси изомеров в абиогенно синтезированной органике к хирально чистому живому веществу, то оказываемся практически в положении Мюнхаузена, тащившего себя из болота за волосы, — ведь чтобы пошли стереоспецифичные биохимические реакции, нужен стереоспецифичный фермент из хотя бы 50—100 аминокислот одной оптической формы, который случайным соединением мономеров создать нельзя.

Можно попытаться найти источник поляризованного ультрафиолетового излучения, которое избирательно разрушало бы один оптический изомер. По некоторым астрономическим гипотезам, таким источником могло быть молодое Солнце, обладавшее мощным магнитным полем. Возможные следы поляризованного ультрафиолета обнаруживаются в органическом веществе метеоритов. Там содержится ряд аминокислот, похожих на те, что получались в опытах Миллера–Юри, и левовращающие изомеры преобладают — их около 60%. Эти данные критиковались с позиций возможного загрязнения метеоритов земными бактериями с их левыми аминокислотами, но преобладание левого изомера показано и для тех метеоритных аминокислот, которые не синтезируются и не поедаются бактериями, — например, 2-метил-2-аминобутановой кислоты. Тем не менее соотношение изомеров 60:40 явно недостаточно велико для простого случайного перехода к хиральной чистоте, и надо искать дополнительные механизмы.

Третью проблему подкинули геохимия и космохимия. Межпланетные аппараты изучили Луну, Венеру, Марс и Меркурий, стал известен состав атмосферы Венеры и Марса. Применение новых аналитических методов к древнейшим земным горным породам позволило уточнить состав древней атмосферы Земли. Он оказался очень похожим на современные атмосферы Венеры и Марса — 98% CO<sub>2</sub>, 1,5% N<sub>2</sub> и малые доли других газов, в основном аргона и SO<sub>2</sub>. Из такой газовой смеси в аппарате Миллера не получается никакой органики. Опыт Миллера, по современным астрономическим представлениям, имитирует условия протопланетного облака, планет-гигантов и их ледяных спутников, где действительно много метана, аммиака и сероводорода; он может объяснить происхождение аминокислот в метеоритах, но не имеет никакого отношения к древней Земле. Для синтеза органики из CO<sub>2</sub> необходим восстановитель, и ученые занялись его поисками.

Первое решение проблемы «неупрощаемой сложности» появилось в конце 70-х годов. Тогда были открыты РНК, обладающие каталитической активностью, или рибозимы. До того РНК считалась лишь скромным посредником между ДНК и белками — ведь обычно в клетке генетическая информация копируется с ДНК на РНК и по «чертежу» РНК синтезируются белки. Были, правда, известны вирусы, хранящие генетическую информацию на молекулах РНК, а часть из них способна даже копировать РНК на ДНК. Но с открытием рибозимов стало понятно, что РНК может заменять белки в качестве катализаторов химических реакций.

Появилась теория «мира РНК», согласно которой, самокопирующиеся рибозимы (катализирующие синтез РНК на матрице РНК) начали естественный отбор задолго до появления клеток и со временем передали каталитические функции белкам, а длительному хранению наследственной информации — ДНК. В дальнейшем были открыты в природе и получены искусственно сотни рибозимов. Выяснилось, что рибозимом является и пептидил-трансферазный центр рибосомы, катализирующий ключевую реакцию синтеза белков. Однако пока ни один рибозим не может создать копию себя из мономеров, так что теория РНК-мира доказана не полностью. Кроме того, для синтеза РНК нужна энергия, например, в виде нуклеотидтрифосфатов, и происхождение этой энергии теория РНК-мира также не объясняет.

О том, как решалась вторая проблема — хиральной чистоты биообъектов, расскажем в следующем номере.

**М.А.Никитин**



# Калория и ее история

Л. Стрельникова



ЗДОРОВЬЕ

## Тучные земли

Нигде и никогда прежде я не видела такого количества огромных, тучных людей, как в штате Техас несколько лет назад. В толпе на улицах Остина я чувствовала себя дистрофиком.

Массовое ожирение в США остается предметом постоянных дискуссий в печати уже более десятка лет. Однако проблема эта возникла отнюдь не в начале XXI века. Еще полвека назад, в 1958 году, Джон Кеннет Гэлбрейт, известный экономист из Гарварда, впервые написал в своем бестселлере «Общество изобилия», что все больше американцев умирает от переедания, а не от истощения. Он усматривал в этом экономические причины. Поскольку к середине пятидесятых годов основные потребности американцев в еде, крове и одежде были удовлетворены, корпорации начали придумывать и навязывать с помощью рекламы новые потребности, которые они спешили удовлетворить. Главное, чтобы покупали.

В результате к началу XXI века у 61% американцев уже появились проблемы со здоровьем, вызванные избытком веса. А ежедневное потребление энергии каждым жителем США с 1977 по 1995 год выросло почти на двести килокалорий, как пишет Грег Крицер в книге «Тучные земли: как американцы стали самыми толстыми людьми в мире» («Fat Land: How Americans Became the Fattest People in the World», Boston, MA: Houghton Mifflin, 2003).

Ожирение в США приняло характер эпидемии. Это не просто метафора: о «пандемии ожирения» заявляет Всемирная организация здравоохранения. А в США скорость его распространения — самая высокая в мире: 13% населения в 1962 году, 19,4% — в 1997, 24,5% — в 2004, 26,6% — в 2007, 33,8% взрослых и 17% детей — в 2008, 35,7% взрослых и 17% детей — в 2010-м.

Подробные статистические данные по России найти нелегко. Часто пишут о 15—16% взрослого населения, но эти цифры относятся, вероятно, к началу 2000-х. В декабре 2012 года директор НИИ питания РАМН, главный диетолог Минздрава РФ В.А. Тутельян сообщил на пресс-конференции, что ожирением страдают более 25% россиян, избыточный вес наблюдается у 50%. Такое впечатление, что мы изо всех сил опять стараемся догнать Америку...

Ожирение убивает 100—400 тысяч американцев каждый год и обходится американскому обществу в 117 миллиардов долларов. Эти расходы сопоставимы с затратами на решение медицинских проблем, связанных с курением и алкоголизмом.

В чем же дело? Только ли в переедании, о котором писал Гэлбрейт? Грег Крицер в своей книге анализирует возможные причины, политические, социальные и экономические. Например, когда цены на продукты питания в 70-х годах достигли пика, президент Ричард Никсон потребовал принять меры. В результате реформ министра сельского хозяйства Эрла Буца были сняты ограничения на импорт дешевого пальмового масла, а из кукурузы было дозволено делать с помощью новых технологий сладкий глюкозо-фруктозный

сироп. Эти дешевые, но высококалорийные продукты стали использовать при изготовлении подавляющего большинства продуктов питания, чтобы сделать их доступными.

Маркетологи фастфуда тоже не остались в стороне. Они просто заставили своих покупателей есть больше, начав выпускать бигмаки и прочие блюда суперразмера. В результате калорийность одного блюда в «Макдональдсе» возросла с 200 килокалорий в 1960 году до 610. А покупатели усердно поглощали раздувшиеся супербургеры — никто не может устоять против подаренной еды.

Наконец, Крицер описывает появление «новой культуры без границ», которая облегчает и делает модным потребление всех этих богатых жиром и бедных питательными веществами продуктов. Если в прежние времена приготовление домашних обедов было традицией, то в 80-х хозяйки перестали тратить на это время: можно ведь пойти куда-нибудь или заказать готовую еду на дом. Тем временем популярные книги и передачи навязывали теории, утверждающие, что ребенок сам знает, когда он или она сыт, когда и что надо есть. В результате родители перестали контролировать, что и когда их ребенок ест, даже если это только картофель фри и гамбургеры.

Чтобы как-то исправить ситуацию, американское правительство стало принимать меры, среди которых — закон 1990 года о маркировке (Nutrition Labeling and Education Act, NLEA), обязывающий производителей писать калорийность продуктов и их состав на всех упаковках. А в 2008 году Нью-Йорк стал первым городом, где в ресторанных меню начали указывать калорийность блюд, чтобы посетитель мог сделать осознанный выбор, который не причинит вреда здоровью. Все в очередной раз заговорили о калориях и начали их подсчитывать.

## Калория и калориметр

Раньше любой школьник знал, что такое калория: количество тепла, которое необходимо, чтобы нагреть один грамм воды на один градус. Термин «калория» (от латинского calor — тепло) ввел в научный оборот французский химик Никола Клеман (1779-1842). Его определение калории как единицы измерения тепла было впервые опубликовано в 1824 году в журнале «Le Producteur», а во французских словарях оно появилось в 1842 году. Однако задолго до появления этого термина были сконструированы первые калориметры — приборы для измерения теплоты. Первый калориметр изобрел английский химик Джозеф Блэк и в 1759-1763 годах с его помощью определил теплоемкости разных веществ, скрытую теплоту плавления льда и испарения воды.

Изобретением Д.Блэка воспользовались знаменитые французские ученые Антуан Лоран Лавуазье (1743-1794) и Пьер Симон Лаплас (1749-1827). В 1780 году они начали серию калориметрических экспериментов, которые позволили измерить это понятие. Это понятие встречается еще в XVIII веке в трудах шведского физика Иоганна Карла Вильке (1732—1796), который занимался исследованием электрических, магнитных и

тепловых явлений и задумывался об эквивалентах, в которых можно измерять тепловую энергию. Но термин «калория» (от латинского *calor* — тепло) появился значительно позже. В 1842 году его ввел в научный оборот французский химик Никола Клеман-Дезорм (1779—1842). Что, впрочем, не помешало Антуану Лавуазье и Пьеру Симону Лапласу изобрести калориметр и провести первые калориметрические исследования в 1780 году.

Устройство, которое впоследствии начали называть калориметром, Лавуазье и Лаплас использовали, чтобы измерять количество теплоты, выделяющееся в различных физических, химических и биологических процессах. Тогда еще не было точных термометров, поэтому для измерения теплоты приходилось идти на ухищрения. Первый калориметр был ледяным. Внутренняя полая камера, куда помещали объект, излучающий тепло (например, мышку), была окружена рубашкой, заполненной льдом или снегом. А ледяная рубашка, в свою очередь, была окружена воздушной, чтобы лед не плавился под действием внешнего нагрева. Тепло от объекта внутри калориметра нагревало и плавило лед. Взвешивая талую воду, стекавшую из рубашки в специальный сосуд, исследователи определяли теплоту, выделенную объектом.

Простенький, казалось бы, прибор позволил Лавуазье и Лапласу измерить теплоту многих химических реакций: сгорания угля, водорода, фосфора, черного пороха. Этими работами они заложили основы термохимии и сформулировали ее основной принцип: «Все тепловые изменения, которые испытывает какая-нибудь материальная система, переменяя свое состояние, происходят в порядке обратном, когда система вновь возвращается в свое первоначальное состояние». Иными словами, чтобы разложить воду на водород и кислород, надо затратить столько же энергии, сколько выделяется при реакции водорода с кислородом с образованием воды.

В том же 1780 году Лавуазье поместил в калориметр морскую свинку. Тепло от ее дыхания растапливало снег в рубашке. Потом последовали и другие эксперименты, которые имели огромное значение для физиологии. Тогда-то Лавуазье высказал мысль, что дыхание животного подобно горению свечи, за счет которого в организме поддерживается необходимый запас тепла. Он также впервые связал три важнейшие функции живого организма: дыхание, питание и транспирацию (испарение воды). Видимо, с тех пор и заговорили о том, что пища сгорает в нашем организме.

В XIX веке благодаря стараниям знаменитого французского химика Марселена Бертло (1827-1907), который опубликовал более 200 работ по термохимии, точность калориметрических методов сильно повысилась и появились более совершенные приборы, в том числе герметичная калориметрическая бомба. Она нам особенно интересна, потому что в ней можно в XIX веке появились более совершенные приборы — водяной калориметр и герметичная калориметрическая бомба. Последний прибор нам особенно интересен, потому что в нем можно измерять теплоту, выделяемую при очень быстрых реакциях — горении и взрыве. Навеску сухого исследуемого вещества насыпают в тигель, помещают внутри бомбы и герметично закрывают этот сосуд. Затем вещество поджигают электрической искрой. Оно сгорает, отдавая тепло воде в окружающей его водяной рубашке. Термометры позволяют точно фиксировать изменение температуры воды.

Видимо, в похожем калориметре в тридцатых годах XIX века проводил первые опыты с пищей знаменитый немецкий химик Юстус фон Либих (1803—1873), который разделял идеи Лавуазье о том, что пища — это топливо для организма, как дрова для печки. Причем Либих назвал эти дрова: белки, жиры и углеводы. Он сжигал навески пищи в калориметре и измерял выделившееся тепло. На основании результатов этих опытов Либих вместе со своим коллегой Юлиусом фон

Майером составил первые в мире таблицы калорийности продуктов питания и на их основе попытался рассчитать научно обоснованный рацион для прусских солдат.

Знаменитым последователем Юстуса фон Либиха стал американский агрохимик Уилбур Олин Этуотер (1844—1907). Он первым додумался измерять энергоемкость компонентов пищи и придумал схему подсчета калорийности любых продуктов питания. Ему не пришлось начинать с нуля. Три года (1869—1871) Этуотер провел в Германии, где изучал опыт европейских коллег-агрохимиков. Здесь он не только вдохновился идеями физиологической калориметрии, посеянными Либихом, но и освоил некоторые методики эксперимента.

Сегодня его называют отцом диетологии. «Большую часть сведений о пище и ее компонентах, которыми мы пользуемся сегодня, мы почерпнули из экспериментов Этуотера», — говорит Эрика Тэйлор, профессор химии Веслеанского колледжа в Коннектикуте, где в свое время работал У.О.Этуотер. Действительно, столь хорошо знакомые нам значения калорийности углеводов (4 ккал/г), белков (4 ккал/г) и жиров (9 ккал/г) впервые экспериментально получил Этуотер. Но и теперь, спустя сто двадцать лет, диетологи используют эти цифры при подсчете энергетической ценности продуктов питания. Система Этуотера по сей день лежит в основе маркировки продуктов. И в этом смысле, как верно подметил кто-то из журналистов, Уилбур Этуотер — самый цитируемый ученый в мире.

## Основные факторы Этуотера

Как пишет американский антрополог Ричард Рэнгем в своей книге «Зажечь огонь: как кулинария сделала нас людьми» (Москва, Астрель, 2012), Этуотер мечтал устроить так, чтобы бедняки могли на свои скромные средства покупать достаточно еды, обеспечивая себя необходимой энергией. Для этого надо было понять, сколько калорий содержится в разных продуктах и сколько их нужно человеку, чтобы обеспечить энергией его жизнь. В то время наши сведения о составе продуктов были скудноваты. В 70-х годах XIX века еще не знали о витаминах, микроэлементах, антиоксидантах и их важности для организма. Значение кальция и фосфора признавали, но не понимали, какова их роль. Впрочем, Этуотер решал «энергетические» проблемы, а в то время уже точно знали, что энергию организму дают три основных компонента пищи: белки, жиры и углеводы. Здесь-то Этуотеру и понадобилась калориметрическая бомба. В ней он измерял, сколько тепла выделяется при полном сгорании точной навески типичных белков, жиров и углеводов. Конечно, есть различные белки, как, впрочем, жиры и углеводы. Но их теплотворная способность внутри каждой группы различалась не сильно.

Однако одной теплоты сгорания недостаточно. Необходимо знать, сколько каждого из этих компонентов содержится в продуктах. Решение было найдено сугубо химическое. С помощью эфира Этуотер экстрагировал жир из измельченного кусочка пищи, вес которого ему был точно известен. А затем определял вес вещества (жира), перешедшего в эфир. Так можно было подсчитать содержание липидов в продукте. Кстати, этот же несложный метод применяли и в наши дни.

С белками пришлось повозиться, поскольку нет анализа, позволяющего определить общее количество белков в том или ином продукте. Однако Этуотер знал, что в среднем около 16% массы белка приходится на азот. Он придумал, как определять количество азота в пище, и через него рассчитывал содержание белка.

С углеводами похожая проблема: определять их общее содержание в пище тогда не умели. Здесь выручила арифметика. Этуотер сжигал навеску пищи и определял количество образовавшегося пепла, содержащего только неорганические вещества. Теперь не составляло труда определить общее

содержание органики (исходный вес пищи минус пепел). Вычитая из этого значения массу жира и белка, Этуотер получал содержание углеводов.

Однако не вся съедаемая пища усваивается нашим организмом. Сколько же проскакивает вхолостую? Это важно было знать и учитывать при оценке энергетической ценности продукта. Чтобы ответить на этот вопрос, Этуотеру пришлось обследовать фекалии людей, чей рацион питания был точно известен. По его расчетам оказалось, что в среднем доля неусвоенной пищи составляет не более 10%.

В результате всех этих экспериментов и расчетов, которые заняли не один год, Этуотер наконец провозгласил: энергетическая ценность белков и углеводов, съедаемых человеком, составляет 4 ккал/г, а жиров — 9 ккал/г. Эти магические цифры назвали факторами Этуотера, его подход — системой Этуотера. К 1896 году он разработал таблицы калорийности. Именно ими пользовались составители справочника Министерства сельского хозяйства США «Национальная база данных питательных веществ» и справочника «Состав пищевых продуктов».

Система Этуотера оказалась на редкость универсальной и живучей. Достаточно сказать, что общие факторы и по сей день остаются неизменными. Но при этом система гибкая и открытая для разных дополнений и уточнений. Сам Этуотер со временем добавил в свою схему спирт (7 ккал/г), обоснованно считая его калорийным источником энергии. Правда, после того, как ученый опубликовал результаты исследования, производители алкогольной продукции немедленно ухватились за тезис «спирт дает много калорий человеческому организму» и стали активно использовать его в рекламе своей продукции. Это сильно огорчило Этуотера, и он посчитал необходимым каждый год обязательно читать студентам одну лекцию о вреде алкоголя и пользе умеренности во всем.

В XX веке биохимия питания развивалась чрезвычайно активно, позволяя исследователям получать все новые данные. Уже во второй половине прошлого столетия в систему внесли новые факторы для пищевых волокон (некрахмалистых полисахаридов). Известно, что эта группа веществ усваивается намного хуже углеводов, поэтому их энергетическая ценность была заметно ниже — 2 ккал/г. Удалось даже учесть энергию, которую расходует организм на производство мочи и газов.

В 1955 году общие факторы дополнили конкретными: белок яйца — 4,36 ккал/г, белок коричневого риса — 3,41 ккал/г и т. д. То же и с содержанием азота в белке: вместо среднего показателя в 16% стали использовать конкретные цифры — например, 17,54% для белка макарон и 15,67% для белка молока.

Впрочем, эффект от всех этих мелких уточнений оказался настолько мал, что многие диетологи по-прежнему используют общие факторы Этуотера. Гораздо более серьезные проблемы этой системы связаны с другим.

## Неучтенные факторы

Первый крупный недостаток заключается в том, что система Этуотера не учитывает расход энергии на пищеварение. Люди тратят на пищеварение, конечно, значительно меньше энергии, чем, скажем, змеи и рыбы. Но тем не менее эти траты заметны. За переваривание пищи нам приходится расплачиваться энергией. Легче всего переваривается жир, затем углеводы, хуже всего — белки. Чем больше доля белка в пище, тем выше расходы на пищеварение. Рэнгем в своей книге упоминает одно исследование 1987 года, которое показало, «что люди, в рационе которых содержалось много жиров, получали такую же прибавку в весе, что и те, кто употреблял почти в пять раз больше калорий, но в виде углеводов».



Однако значение имеет не только химический состав продукта, но и его физическое состояние. Очевидно, что организм будет тратить больше энергии на переваривание сырой пищи, а не вареной, жесткой, а не мягкой, состоящей из крупных частиц, а не из мелких, холодной, а не горячей. Получается, что калорийность пищи многократно обработанной, измельченной, пропаренной-проваренной и максимально размяченной выше, чем у приготовленной из тех же продуктов, но обработанной менее интенсивно.

Когда мы отправляемся в больницу навестить заболевшего друга или родственника, мы приносим с собой куриный бульон и отварную куриную грудку, или паровые котлетки, или пюре... Не потому, что это вкусно и просто приготовить (кто-то не любит куриные грудки). А потому, что это самое нежное мясо у курицы, где практически нет соединительных тканей. Оно очень мягкое, поэтому легко усваивается, не отбирая у больного лишней энергии на переваривание (она пригодится ему для выздоровления) и давая при этом больше калорий. В этом смысле калорийность куриных грудок выше, чем куриных окорочков.

Хорошая иллюстрация к сказанному — известное исследование, выполненное японским ученым Киюко Ока с соавторами (K.Oka et al, «Food texture Differences Affect Energy Metabolism in Rats», «Journal of Dental Research», 2003, 82, 491—494). Исследователи содержали 20 крыс в разных режимах питания: половине давали обычный гранулированный корм, над которым надо было потрудиться, чтобы его разгрызть, вторую половину животных кормили теми же гранулами, только вздутыми, как хлопья для завтрака. Условия содержания животных и их нагрузки были одинаковыми. Казалось бы, как может повлиять способ приготовления пищи на рост животных? Еще как может.

Крысы перешли на рацион с разными гранулами в возрасте четырех недель. На 22-й неделе различия стали заметны невооруженным глазом. Крысы, питавшиеся мягкой пищей, в среднем весили на 37 граммов (примерно на 6%) больше тех, кого кормили твердыми гранулами, а жира у них было больше в среднем на 30%, что уже классифицируется как ожирение. От мягкой, сильно переработанной пищи крысы толстели, потому что тратили значительно меньше энергии на пищеварение. Получается, что воздушные хлопья калорийнее твердых гранул.

Физическое состояние пищи — это ловушка для системы Этуотера. Он полагал, и это заложено в его системе в качестве одного из основных факторов, что в организме не переваривается 10% пищи, которая выводится с фекалиями. Этуотер думал, что эта величина постоянная и не зависит от консистенции пищи. Возможно, в его времена не было бело-снежной муки невероятно тонкого помола. Но сегодня мы знаем, что именно эта мука усваивается на 100%. А если мы едим выпечку из муки крупного помола, то треть ее выводится из организма непереваренной.

У системы Этуотера есть еще один подводный камень, который можно назвать «биоразнообразием». Все мы очень разные, разные генетически, а значит — биохимически и

метаболически. Сколько раз нам доводилось удивляться волчьему аппетиту худых людей, которые, несмотря на большие объемы поглощаемой пищи, не толстеют. А дело в том, что худые люди в норме затрачивают на пищеварение больше энергии, чем полные. Поэтому, съев пищу той же калорийности, полный человек прибавит в весе больше, чем худой.

Итак, в системе Этуотера не учтен весомый вклад, который вносят в калорийность пищи ее физические свойства и способы приготовления, наконец — метаболический портрет каждого из нас. А значит, мы не можем оценить с помощью этой системы реальную питательную ценность собственного рациона. На прилавках все больше калорийных продуктов, хотя они не выглядят таковыми, если судить по составу и заявленной калорийности на этикетках. Они вводят нас в заблуждение, потому что ничто из того, о чем мы говорили в этой главе, в этих надписях не учтено. А мы тем временем продолжаем толстеть от пищи, которую легко переваривать.

Можно ли все эти дополнительные, но столь важные факторы учесть в системе Этуотера? Чрезвычайно трудно, если вообще возможно. Методически это невероятно сложная задача. Ведь потребуется провести гигантское количество экспериментов, чтобы получить реальные значения питательной ценности конкретных продуктов, учитывающие их консистенцию, способ приготовления, сочетания с другими продуктами и нашу биохимическую индивидуальность.

## Обойдемся без калорий?

А сколько человеку нужно калорий? На этот вопрос, который поставил перед собой Этуотер в самом начале своих исследований, он смог дать исчерпывающий ответ. Вместе со своими коллегами по Веслеанскому колледжу Эдвардом Росой и Френсисом Бенедиктом он сконструировал специальную вентилируемую камеру-калориметр, в которой мог находиться человек, работать и отдыхать. Выделяемое им тепло определяли по разности температур воды, которая протекала через систему трубок, проложенных в камере, — на входе и на выходе. С ее помощью в 1896 году он начал исследовать, сколько энергии человек тратит в состоянии покоя, бодрствования и при разного рода деятельности, сколько потребляет кислорода и сколько производит углекислого газа. Объектами исследования в первую очередь становились его студенты.

На основании результатов этих измерений Этуотер впервые подсчитал баланс между энергией, поступающей в организм с пищей и расходуемой человеком. Он подтвердил, что и в человеческом организме работает закон сохранения энергии: она никуда не исчезает, а переходит из одной формы в другую. Интересно, что до Этуотера в научных кругах бытовало мнение, будто первый закон термодинамики применим к животным, но никак не к человеку, поскольку человек уникален. Этуотер не только опроверг это заблуждение, но и впервые доказал: если человек не использует полностью энергию, поступающую в его организм с пищей, то она запасается в виде избыточных килограммов.

Этуотер изучал рационы огромного количества самых разных семей разных слоев общества. Анализируя результаты, он с грустью отмечал, что люди все больше едят жирного и сладкого и все меньше двигаются. Уже тогда он говорил о важности дешевой и эффективной диеты, которая включает больше белков, бобов и овощей вместо углеводов.

Этуотер внес огромный вклад в науку о питании. Это не только результаты более 500 научных работ и полторы сотни статей. Он сумел добиться создания Федерального фонда США по исследованию пищи. В 1894 году впервые по законопроекту правительство США ассигновало десять тысяч долларов на

исследования пищевых продуктов и рационов. Большую их часть выполнил Этуотер. Спустя сто лет федеральная поддержка этих программ возросла до 82 миллионов долларов. И он предвидел то, что мы начнем толстеть, потому что больше едим и меньше двигаемся. Предвидел в конце XIX века.

Калорийность и химический состав по-прежнему подсчитывают по системе Этуотера, пусть и подправленной в XX веке. Да, сегодня мы понимаем, что она дает грубые оценки. Но это лучше, чем ничего.

Судя по всему, скрупулезный подсчет калорий в магазине и ресторане теряет смысл. На что же ориентироваться? На простые правила, которые прошли испытание временем и не нуждаются в корректировке: быть умеренным в еде, больше двигаться, избегать фастфуда и сладких напитков, больше овощей и фруктов, самому готовить домашнюю еду из свежих продуктов. Все это вы знаете не хуже меня.

Но вот еще один аргумент, достойный внимания. Джуди Макбрайд из Научно-исследовательской сельскохозяйственной службы Министерства сельского хозяйства США очень верно подметила: «Кто знает, сколько неизвестных компонентов, полезных и необходимых для нашего организма, мы еще не открыли или не заметили в пищевых продуктах? Именно поэтому крайне важно получать питательные вещества вместе со свежими натуральными продуктами, а не с витаминными добавками».

Напоследок предлагаю вам несколько правил (всего их 64), взятых из книги популярного американского журналиста Майкла Поллана «Библия питания», которую выпустило издательство «Астрель» в ушедшем году.

- Правило 1. Ешьте настоящую еду, а не промышленные новинки.
- Правило 8. Избегайте пищевых продуктов, которые рекламируют как полезные для здоровья.
- Правило 13. Ешьте только то, что потом испортится.
- Правило 20. То, что просунули в окно вашей машины, пищей не считается.
- Правило 27. Ешьте животных, которые и сами хорошо питались.
- Правило 29. Питайтесь как всеядное существо.
- Правило 37. Чем белее хлеб, тем быстрее в гроб.
- Правило 39. Ешьте что угодно, если вы приготовили это сами.
- Правило 42. К нетрадиционным блюдам относитесь скептически.
- Правило 44. Платите больше, ешьте меньше.
- Правило 47. Ешьте от голода, а не от скуки.
- Правило 49. Ешьте помедленнее.
- Правило 52. Покупайте маленькую посуду.
- Правило 56. Перекусывайте только необработанной растительной пищей.
- Правило 57. Не заправляйтесь там же, где машины.
- Правило 58. Ешьте только за столом.
- Правило 59. Старайтесь не есть в одиночестве.
- Правило 63. Готовьте сами.
- Правило 64. Время от времени нарушайте правила.







# Напиток специального назначения



ЧТО МЫ ПЬЕМ

Кандидат  
биологических наук

**Н.Л. Резник**

Четверть века назад на европейском рынке появился первый безалкогольный тонизирующий (энергетический) напиток. За прошедшие годы количество брендов таких напитков перевалило за сотню, их продают в 169 странах мира, причем продажи увеличиваются на 17% в год, несмотря на дороговизну продукта. И на фоне этой бешеной популярности то в одной стране, то в другой продажу тонизирующих напитков требуют ограничить, а то и вовсе запретить, хотя они не содержат ни алкоголя, ни наркотических веществ. Ну, запрета они не заслужили, но обращаться с ними следует осторожно.

## Четыре элемента

Начнем с того, что тонизирующие напитки предназначены не для утоления жажды, а для поддержания физических и умственных сил уставшего человека, который не имеет

возможности отдохнуть. Эта задача стара как мир. Люди издавна себя взбадривали. Самым распространенным стимулятором был кофеин. Его источником в Индии и странах Ближнего Востока служил кофе; в Китае, Индии и Юго-Восточной Азии — чай; в Америке — растение йерба матэ, бобы какао, листья гуараны и орехи кола. Использовали и другие тонизирующие растения, в том числе женьшень, элеутерококк, родиолу розовую. В средневековой Японии были очень популярны сладкие энергетические напитки с экстрактом женьшеня. Первые сведения о них появились в XVIII веке, а в XX столетии начался их промышленный выпуск. Эти напитки и сейчас очень популярны в странах Юго-Восточной Азии.

Появление энергетических напитков в Европе связано с именем австрийского предпринимателя Дитера Матешитца. В 1984 году он познакомился с азиатскими энергетиками, оценил их и модернизировал с учетом европейских вкусов. В 1987 году на европейском рынке появился первый безалкогольный энергетический напиток «Red Bull Energy Drink», газированный и с меньшим содержанием сахара, чем его азиатский прототип. Затем свои марки безалкогольных

## Содержание кофеина в разных продуктах

Продукт	Обычная порция (мл)	Содержание кофеина (мг)
Кофе, приготовленный из молотых зерен	237 (1 чашка)	118—179
Кофе растворимый	237	76—106
Кофе без кофеина	237	3—5
Чай черный	237	43—50
Чай зеленый	237	30
Чай растворимый	237	15
Кола	355 (1 банка)	36—46
Кола диетическая	355	39—50
Шоколадное молоко	237	8
Горячий шоколад (пакетик)	237	5
Молочный шоколад	28 г	7
Шоколадная выпечка	28 г	25 - 58

энергетиков выпустили американские компании «Кока-кола» и «Пепси-кола», а сейчас производителей значительно больше. Рецептура напитков варьирует, но в них обязательно входят тонизирующие компоненты, аминокислоты, витамины группы В и углеводы.

Углеводы, глюкоза и сахароза служат источниками энергии. Глюкоза в организме расщепляется быстро, сахароза — чуть дольше. К углеводам относят и производное глюкозы — глюкуронолактон, который способствует выведению продуктов обмена. Пол-литра энергетического напитка содержат около 54 г сахаров, то есть четверть чашки. Они помогают поддерживать силы при физических упражнениях, но злоупотребление сладким вызывает устойчивость к инсулину и диабет. Откликаясь на требования времени, большинство производителей выпускают низкокалорийные тонизирующие напитки без сахара, с искусственными подсластителями, и энергетик без источника энергии пополнил перечень таких странных продуктов, как безалкогольное пиво и кофе без кофеина.

Витамины группы В (ниацин, пантотеновая кислота, витамины В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub>) улучшают когнитивную функцию и стимулируют метаболизм. Участвуя в расщеплении белков, жиров и углеводов, они способствуют высвобождению энергии. Отдельной строкой в списке стоит инозитол, или витамин В<sub>8</sub>, который защищает от повреждения клеточные мембраны, стимулирует умственную деятельность, улучшает концентрацию внимания и способность к запоминанию, снижает утомляемость мозга, помогает пережить стрессовое состояние. Инозитол советуют принимать во время сдачи экзаменов.

Главные аминокислоты энергетических напитков — L-карнитин и таурин. Карнитин (гамма-триметилглутаровая кислота) синтезируется в организме и участвует в липидном обмене. Кроме того, L-карнитин стимулирует кровообращение, предотвращает образование тромбов, помогает восстановить силы после тяжелых физических нагрузок.

Таурин — производное аминокислоты цистеина, его название происходит от латинского «таурус» — бык, потому что таурин впервые выделили из экстракта бычьей желчи. Это очень распространенное соединение, которое синтезируется в организме большинства млекопитающих и присутствует там в значительном количестве (у человека — 1 г на 1 кг живого веса). Таурин повышает физическую выносливость и стрессоустойчивость, участвует в снабжении тканей гемоглобином, способствует расщеплению жирных кислот и выведению вредных веществ.

Основной тонизирующий компонент подавляющего большинства энергетических напитков — растительный алкалоид кофеин. Кофеин мягко стимулирует центральную нервную и сердечно-сосудистую системы, помогает концентрировать внимание, повышает работоспособность и увеличивает выносливость. Главная функция кофеина в энергетических напитках — ускорение процесса обмена веществ, он мобилизует запасы жира. Иногда таблетки кофеина пьют желающие

похудеть. В некоторых энергетических напитках присутствуют и другие тонизирующие компоненты, чаще всего женьшень и элеутерококк. Экстракт гуараны, основной источник кофеина, который добавляют в энергетики, содержит, помимо кофеина, алкалоиды теобромин и теофиллин.

Компоненты энергетических напитков подобраны таким образом, чтобы быстро высвобождать энергию из сахаров и собственных жировых запасов человека и ускорять выведение продуктов обмена. Их сочетание должно сделать употребление напитка максимально эффективным, приятным и безопасным. Вот о безопасности мы сейчас и поговорим.

## Сколько можно

Специалисты и средства массовой информации чаще всего обращают внимание на два компонента энергетических напитков: кофеин и таурин. Таурин в малых дозах не опасен, он даже входит в состав молочных смесей для новорожденных. Взрослый человек может без вреда для здоровья потреблять 3 г таурина ежедневно, но что будет при регулярном приеме большего количества, неизвестно. Противники энергетических напитков особенно упирают на это обстоятельство. Однако то количество таурина, которое содержит суточная норма энергетических напитков, не может повлиять на здоровье. Впрочем, о таурине обычно вспоминают, когда надо еда бранить кофеин.

По мнению большинства медиков, кофеин — единственный компонент безалкогольных энергетических напитков, потребление которого необходимо ограничивать. Основная претензия к нему — нежелательные побочные эффекты. Взрослый человек может без вреда для здоровья поглощать 400 мг кофеина в сутки. Во время беременности метаболизм кофеина замедляется, поэтому его действие длится дольше. Кроме того, кофеин повышает тонус матки и сужает плацентарные сосуды, что вредно будущему ребенку. Поэтому дамам в положении следует сократить суточное потребление алкалоида до 200 мг. Еще более жесткие ограничения существуют для детей, чья нервная система очень чувствительна к действию кофеина. Малышам 4—6 лет дозволено 45 мг кофеина в день, в 7—9 лет — 62,5 мг, детям от 10 до 12 лет — 85 мг. Норма подростков старше 13 лет — 2,5 мг на 1 кг массы тела. Как стимулятор сердечно-сосудистой деятельности кофеин условно вреден гипертоникам.

Ежедневная доза в 750—1000 мг приводит к развитию кофеиновой зависимости и синдрома отмены. Он выражается в том, что люди, проводившие без кофеина от 12 до 24 часов, страдают от головной боли, иногда очень сильной, жалуются на усталость, сонливость, плохое настроение, тошноту и рвоту, мышечные боли и рассеянное внимание.

В случае неумеренного потребления энергетиков возможно отравление кофеином. Только в США ежегодно отмечают несколько десятков случаев. Симптомы отравления — нервоз-



ность, тревожность, беспокойство, бессонница, желудочно-кишечные расстройства, тошнота, головокружение, тремор, повышенное давление, тахикардия — хорошо известны, но их легко спутать с другими тревожными расстройствами. Поэтому и больной, и медики не всегда могут правильно поставить диагноз. Справедливости ради заметим, что отравиться кофеином рискуют не только фанаты энергетических напитков, но и страстные любители кофе и чая. Чтобы избежать прискорбных последствий, нужна прежде всего адекватная маркировка продуктов, на которой указано количество кофеина и других ингредиентов. И в этом отношении качественные энергетические напитки безопаснее того же кофе, потому что на банке с напитком указано, сколько кофеина он содержит, а на чашке кофе — нет.

В 2007 году был введен Национальный стандарт Российской Федерации «Напитки безалкогольные тонизирующие» — ГОСТ Р 52844-2007, который определяет требования к составу и маркировке продукта. В его разработке приняли участие рабочая группа некоммерческой организации «Национальный фонд защиты потребителей», НИИ питания РАМН, ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности Россельхозакадемии и крупнейшие производители безалкогольных тонизирующих напитков, заинтересованные в том, чтобы к их напиткам не было претензий: ООО «Ред Булл», ООО «ПепсиКо Холдингс» и компания «Кока-Кола Экспорт Корпорэйшн». Стандарт определяет безалкогольные тонизирующие напитки как «безалкогольные напитки специального назначения, содержащие кофеин и/или другие тонизирующие компоненты в количестве, достаточном для обеспечения тонизирующего эффекта на организм человека». Количество это строго определено: кофеина должно быть не менее 151 и не более 400 мг/л. Так что кока-кола со своими 100 – 130 мг кофеина на литр к энергетическим (тонизирующим) напиткам не относится.

Стандарт также предусматривает, что в составе безалкогольных энергетических напитков должно быть не более двух тонизирующих компонентов. «В качестве тонизирующих ингредиентов допускается использовать кофеин и/или экстракты растений (гуараны, матэ, женьшень, лимонника, элеутерококка), являющиеся источником тонизирующих компонентов (кофеина, гингозидов, элеутерозидов, схизандрина). Содержание тонизирующих компонентов (кроме кофеина) и других биологически активных веществ в одной упаковочной единице безалкогольных тонизирующих напитков не должно превышать 50% от верхнего допустимого уровня суточного потребления. Содержание витаминов и витаминоподобных веществ, минеральных веществ, субстратов и стимуляторов энергетического обмена в одной упаковочной единице не должно превышать значений верхних допустимых уровней

суточного потребления». Все ингредиенты, их концентрация и источники кофеина непременно указаны на этикетках.

Стандарт также определяет суточную норму потребления напитка. В России она ограничена 500 мл в день, то есть около 160 мг кофеина, примерно столько же, сколько в большой кружке крепкого кофе. На упаковке указано, сколько банок в день можно выпить. В литровых емкостях энергетические напитки продавать не должны.

Маркировка тонизирующих напитков в России содержит еще одну обязательную фразу: «Не рекомендуется лицам до 18 лет, старшего и пожилого возраста, больным гипертонической болезнью, с нарушением сердечной деятельности, повышенной нервной возбудимостью, выраженным атеросклерозом, лицам, страдающим бессонницей, беременным и кормящим женщинам».

Никаких ограничений на продажу безалкогольных энергетических напитков в нашей стране не предусмотрено, потребитель защищен только маркировкой, на которой точно указано, кому эти напитки можно и в каком количестве, а кому нельзя. Грамотный прочтет, разумный примет к сведению.

В некоторых странах приняты стандарты суточного потребления кофеина, сходные с российскими. В Великобритании и Канаде беременным женщинам не положено более 200 мг кофеина в сутки из всех источников, взрослым — 400 мг. Свод международных пищевых стандартов стран ЕС, Кодекс Алиментариус, не предусматривает ограничений суточного потребления безалкогольных энергетических напитков и содержания в них кофеина. Собственно, он даже не выделяет энергетические напитки в отдельную категорию, а относит их к газированным ароматизированным напиткам на основе воды. В Соединенных Штатах ограничений по содержанию и суточному потреблению кофеина тоже нет. Так что будьте осторожны с напитками, произведенными для американского рынка малоизвестной компанией: одна банка может содержать до 500 мг кофеина, что превышает безопасную суточную норму, а иногда концентрация кофеина не указана вовсе.

## Кому это нужно

Национальный стандарт определяет безалкогольные тонизирующие (энергетические) напитки как напитки специального назначения. Их предполагаемые потребители — водители дальнебойщики, проводящие много часов за рулем; люди, работающие сутками; студенты, которые в последнюю ночь перед экзаменом пытаются выучить все, о чем им рассказывали целый семестр. От одной порции (250 мл, 80 мг кофеина) исчезает сонливость, повышаются внимание и скорость реакции, возрастает выносливость. Во многих ситуациях энергетический напиток пить удобнее, чем кофе, потому что он не горячий.

Эффективности энергетических напитков посвящено множество исследований. Нередко их финансируют производители, которые стремятся доказать, что изготовленный ими раствор кофеина не хуже любого другого. (Правда, в научных публикациях всегда указывают источник финансирования, а такую щекотливую ситуацию называют конфликтом интересов: «Мы доказали, что напиток уважаемой фирмы эффективен. Исследования финансировала уважаемая фирма».) Особое внимание уделяют влиянию напитков на бодрствование за рулем. От 14 до 20% водителей за рулем засыпают, что становится основной причиной крупных автомобильных аварий. Чтобы создать аварийную ситуацию, достаточно отключиться на доли секунды. После двух часов монотонного вождения по скоростному шоссе водители ведут себя на дороге так, будто в их крови содержится 0,05% алкоголя. Человек с трудом поддерживает определенную скорость, чаще ошибается, его машина виляет. Обычно водителям в дороге рекомендуют регулярно отдыхать и пить кофе.

К проблеме засыпания за рулем неоднократно обращались сотрудники Центра исследования сна Университета Лафборо (Великобритания) под руководством профессора Джима Хорна (например, «Physiology and Behaviour», 2002, 75, 331—335). Обычно добровольцев, недоспавших ночью, днем сажают на симулятор вождения (руль с экраном) и дают порулить с полчаса. Потом испытуемые делают перерыв, во время которого пьют либо энергетик (250 мл, 80 мг кофеина), либо напиток, не содержащий кофеин, таурин и глюкуронолактон, но по вкусу и цвету неотличимый от настоящего. После этого участники эксперимента снова садятся за руль, а исследователи фиксируют их способность контролировать дорожную ситуацию и отклонение от прямой линии. Судя по этим показателям, тонизирующий напиток начинает действовать спустя 30 минут после приема и эффективен около двух часов. Эти результаты совпадают с кинетикой концентрации кофеина в организме: его содержание в плазме крови достигает максимума спустя 30—60 мин, а время полужизни составляет от 2 до 10 часов. Водители, принявшие энергетик, в полтора-два раза реже засыпают за рулем, меньше жалуются на сонливость, реже ошибаются.

Похожие исследования провели сотрудники Утрехтского университета (Нидерланды) под руководством Йориса Верстера («Psychopharmacology (Berl.)» 2011; 214, 737—745). Они задерживали три группы добровольцев, две из них после двух часов вождения делали 15-минутный перерыв и выпивали энергетический напиток или плацебо, а затем садились за руль еще на два часа, третья группа вела машину без перерыва четыре часа. Голландские ученые получили примерно такие же результаты, как их английские коллеги, и отметили, что участники группы, принимавшие плацебо, вели машину подобно водителям, находившимся за рулем четыре часа без передышки. Так что просто передохнуть в дороге недостаточно, надо подбодрить себя.

Энергетические напитки и студентам помогают, повышая их ночную работоспособность: прогоняют сонливость, улучшают концентрацию внимания и память, уменьшают время реакции. Порция энергетического напитка увеличивает выносливость, объем перекачивания крови и потребление кислорода на 8—10%. Эта реакция в пределах физиологической нормы, но, учитывая, что на современных спортивных состязаниях участников разделяют сантиметры или доли секунды, эффект получается ощутимый. Еще недавно кофеин был в списке допинговых средств, Международный олимпийский комитет исключил его всего несколько лет назад.

С одной стороны, все эти эксперименты убедительны, тем более что они лишь подтверждают давно известный эффект кофеина, с другой — бросается в глаза недостаток контролей. Почему бы, например, не сравнить действие полноценного напитка и его аналога, лишённого одного из компонентов: таурина, витаминов или глюкуронолактона?

## Что не написано на этикетке

В общем, энергетические напитки доказали свою эффективность, и их охотно пьют. И даже думают, что чем больше выпьют, тем лучшего результата добьются. Тут самое время вспомнить, что потребление кофеина необходимо ограничивать. Эта задача целиком возложена на потребителя, поскольку официальных ограничений на продажу безалкогольных энергетических напитков нет. Однако бывают ситуации, когда даже самый ответственный и информированный потребитель не избежит передозировки.

Представим себе студента, которому надо всю ночь заниматься, да еще утром на экзамене что-то соображать. Ежедневной разрешенной дозы энергетического напитка ему не хватит. К часу ночи он устаёт и пьет первую банку энергетика, допустим, самую маленькую — 80 мг кофеи-

на. Напиток действует часа два-три, и не позже четырех утра наш студент выпивает вторую порцию, в семь часов — третью и перед экзаменом — четвертую. Пятьсот миллилитров, доза, безопасная при ежедневном потреблении, превышена вдвое. Для здорового человека разовая передозировка пройдет бесследно. Однако надо иметь в виду, что вслед за тонизирующим эффектом приходят усталость, вялость, снижение трудоспособности. Это естественная физиологическая реакция на любой стимулятор, не только кофеин. И чем больше доза стимулятора, тем сильнее и дольше будет его угнетающее воздействие. Человек, который всю ночь взбадривал себя энергетиками, утром будет полностью разбит. Ему понадобится отдых, и пусть он его себе обеспечит, а не едет отмечать успешную сдачу экзамена, выпив еще баночку тонизирующего напитка. К сожалению, об этом маркировка не предупреждает, а жаль, потому что есть люди, для которых ночные бдения — образ жизни. Они пьют энергетические напитки, чтобы всю ночь гулять или играть в компьютерные игры. Днем им спать некогда — нужно работать или учиться. Вот они и взбадривают себя целый день крепким чаем, кофе или энергетическим напитком, чтобы дотянуть до вечера и сесть за компьютер, а потом жалуются на тахикардию и боль в груди. Или в полусонном состоянии переходят дорогу, не глядя по сторонам. Но энергетические ли напитки в этом виноваты?

В 2007 году на весь мир прогремел 28-летний английский мотогонщик Мэтью Пенбросс. Он ежедневно выпивал по четыре банки энергетического напитка, несмотря на частые жалобы на боль в груди. Энергетические напитки заменяли ему еду, из-за работы Мэтью не успевал поесть. И вот, уже подорвав здоровье, этот бедолага во время длительных ответственных гонок за пять часов выпил восемь банок энергетика по 80 мг кофеина в каждой, и сердце не выдержало — остановилось. Медики были рядом, и молодого человека удалось спасти. Когда он окреп настолько, чтобы делать заявления, то предъявил претензии к маркировке. Да, он читал на банке, что можно пить не больше определенного количества, но ведь никто не предупреждал, что передозировка может быть смертельной.

Банка маленькая, этикетка еще меньше. Предупреждения на все случаи жизни там просто не поместятся, а вероятность того, что энергетические напитки будут выпускать с сопроводительной брошюрой, крайне мала. Поэтому сформулируем еще несколько простых правил, которые не уместились на этикетке.

Энергетический напиток не заменяет еду и сон, он только помогает продержаться в чрезвычайной ситуации, а потом необходимо поесть и отдохнуть. Регулярно использовать энергетик для того, чтобы не спать ночами, нельзя, иначе человек расстроит нервную систему и заработает тахикардию. «Химия и жизнь» писала неоднократно о том, почему по ночам надо спать, а не работать, берегитесь десинхроноза, но не говорите, что его вызывают тонизирующие напитки. Пить напиток нужно небольшими порциями, по 250 мл, не чаще чем раз в три-четыре часа.

Не следует впадать и в другую крайность, стараясь взбодрить себя крошечным количеством кофеина. Если доза стимулятора недостаточна, тонизирующего действия он не окажет, а угнетающее — непременно. Это старое правило подтверждают недавние исследования, проведенные в Университете Лафборо («Human Psychopharmacology», 2006, 21, 299—303). Недоспавшим участникам эксперимента предлагали выпить «энергетический напиток», содержащий всего 30 мг кофеина, или плацебо без кофеина того же вкуса. Стимулятор не мог побороть сонливость, и выпившие его люди медленнее реагировали и чаще ошибались, выполняя контрольные задания, чем участники эксперимента, которым достался плацебо.

**Рекомендуемые концентрации некоторых компонентов в безалкогольных тонизирующих напитках, обеспечивающие оптимальный тонизирующий эффект (по ГОСТ Р 52844-2007)**

Компонент	Содержание (мг/100 мл напитка)
Кофеин	25—35
Субстраты и стимуляторы энергетического обмена:	
таурин	300—400
L-карнитин	80—120
глюкуронолактон	150—240
Витамины и витаминоподобные вещества:	
витамин В <sub>3</sub> (ниацин)	6—8
витамин В <sub>5</sub> (пантотеновая кислота)	1—2
витамин В <sub>6</sub>	1—2
витамин В <sub>12</sub>	0,001—0,002
витамин В <sub>8</sub> (инозитол)	10—25



ЧТО МЫ ПЬЕМ

потом поведут себя в лабиринте, можно было бы рассуждать о влиянии напитка на потребление алкоголя и поведение. Но с людьми дело обстоит иначе, они сами решают, что им пить, и выбор зависит от личности пьющего. По данным, которые собрали исследователи, люди, смешивающие алкоголь с энергетиками, предпочитают рискованный стиль жизни с выпивкой и наркотиками. Они любят острые ощущения, агрессивны, склонны нарушать правила дорожного движения, поэтому чаще попадают во всякие неприятные истории. Так что все проблемы связаны с неумеренным употреблением алкоголя, а не с энергетическими напитками. С научной точки зрения в смеси безалкогольных тонизирующих напитков с алкоголем нет ничего предосудительного, при условии, конечно, что потребители четко осознают количество чистого алкоголя, который они выпивают, и знают свою норму.

К сожалению, не все люди таковы. Добавим, что банки с энергетическими напитками в наших магазинах зачастую стоят рядом с газировкой, и создается впечатление, будто это одно и то же. Подростки охотно пьют сладкие газированные напитки, не задумываясь о последствиях. Да, конечно, есть маркировка, но трудно представить себе молодого человека (а основные потребители безалкогольных энергетических напитков — люди от 18 до 35 лет), который вдумчиво изучает текст, напечатанный на банке мелким шрифтом.

А раз так, не запретить ли нам вообще энергетические напитки? Наверное, тогда молодежь будет ночью спать, днем учиться, а пить бросит вовсе. В Чечне и Краснодарском крае продажу энергетических напитков уже запретили. Увы, такое решение можно назвать скорее популистским, чем разумным и научно обоснованным. Его инициаторы — не медики, а политики. Они, наверное, не знают или не хотят знать, что многие подростки, прекрасно осведомленные о действии кофеина, не покупают дорогих энергетических напитков, а пользуются дешевыми таблетками, которые продаются в аптеке. И тут их никто не ограничивает, кроме разумного провизора. Подростки, обсуждая эту проблему в Интернете, часто жалуются на «дуру-аптекару», уверяющую, что кофеина в продаже нет. Таблетки они растворяют в кока-коле, иногда и водку ею разбавляют. Давайте и кока-колу тоже запретим. И чай заодно, а то они цифирь заварят.

Желающие взбодриться найдут, как это сделать, всего не запретишь. Если мы действительно беспокоимся о здоровье потребителя, было бы лучше добавить несколько слов к маркировке. Написать, что энергетический напиток не заменяет еду и сон и не ослабляет действие алкоголя, причем так, чтобы надпись не сливалась с перечнем импортеров, юридическим адресом компании и другими техническими подробностями. А еще, поскольку мы за здоровый образ жизни, хорошо бы указывать предельно допустимые разовые дозы на маркировке алкогольных напитков — интересное получится чтение.

## С алкоголем или без?

К напиткам, содержащим кофеин, предъявляют две претензии. Одну из них, опасность передозировки, мы только что обсудили. Вторая проблема — совместное потребление энергетических напитков и алкоголя. Энергетиками разбавляют спиртное для вкуса, как другими безалкогольными напитками, или пьют его специально, чтобы выпить больше алкоголя, полагая, что кофеин снижает эффект опьянения. Некоторые производители рассчитывают именно на любителей веселой ночной жизни, а не на зубрил и профессиональных водителей, о чем говорят названия выпускаемых ими энергетических напитков со словами «горилла», «секс» и «кокаин».

На российском рынке даже появились энергетические напитки с добавлением алкоголя, а в США — алкогольные, содержащие кофеин и некоторые другие ингредиенты, которые обычно встречаются в безалкогольных тонизирующих напитках (например, таурин и витамины группы В). Оба варианта следует относить к алкогольным напиткам, а не к тонизирующим. Крупные компании-производители безалкогольных энергетических напитков совместное потребление своей продукции с алкоголем не пропагандируют.

Кофеин не ускоряет выведение алкоголя из организма. Безалкогольный энергетический напиток или кофе действительно смягчают некоторые признаки опьянения: головную боль, сухость во рту и нарушение координации движений. Однако на другие симптомы, такие, как изменение походки, ухудшение зрения и дикции, а также на способность вести машину добавление энергетика не влияет.

По данным исследований, проведенных во многих странах, студенты, которые пьют алкогольные смеси с энергетиками, чаще попадают в аварии и другие неприятные истории, чем те, кто потребляет неразбавленный алкоголь. Они же чаще принимают запрещенные наркотики. В общем, как писал Юлий Ким: «Крестики-нолики, а дальше черви-козыри, а потом тюрьма?» Медики забили тревогу.

Специалисты Утрехтского университета, Венского университета и Университета Западной Англии проанализировали большое количество научной литературы, посвященной совместному употреблению кофеина со спиртными напитками, и пришли к выводу, что энергетические напитки не влияют на количество выпитого алкоголя («Drug and Alcohol Dependence», 2009, 99 (1—3), 1—10). Если бы речь шла об опытах на мышах, когда одной группе дают энергетики, другой плацебо, а потом смотрят, сколько они выпьют водки и как



# «Остров мамонтов» среди Великих Равнин

**Е.Н.Мащенко,**  
Палеонтологический институт РАН, Москва,  
**О.Р.Потапова, Ларри Д. Агенброд,**  
Музей местонахождения мамонтов Хот-Спрингс,  
Южная Дакота, США

Порывистый октябрьский ветер из-за холмов пригибал кусты ивы к мутной воде, сбивал и разбрасывал столбы пара, поднимающиеся над прудом. Раскидистые низкие сосны в распадах между холмами и можжевельник на их склонах зеленели, несмотря на холод. Небо стало высоким и прозрачным. Руслу ручьев в Долине скрывались за куполами еще не облетевших, горящими разноцветными красками тополей, вязов и низкорослых дубов, а равнины за холмами, покрытые высохшей и выгоревшей травой, сделались однотонно-бурыми.

Медведица, привстав на задние лапы, вглядывалась в происходящее на противоположном берегу пруда. Два медвежонка жались друг к другу за ее спиной и жалобно повизгивали от страха. Медведица смотрела на большое кровавое пятно, которое расплывалось в воде вокруг молодого самца короткомордого медведя, медленно ковыляющего по мелководью. Другой медведь, самый крупный в окрестностях Долины горячих ключей, разорвал ему правый бок и сломал переднюю лапу, когда молодой не захотел отойти от трупа мамонта, выступающего из воды у береговой кромки пруда. Огромный медведь уже не смотрел на изувеченного соперника, а тащил на отмель заднюю ногу мамонта.

Каждую весну и каждую осень короткомордые медведи собирались с окрестных равнин в Долине горячих ключей. Превосходное обоняние за десятки километров подсказывало им, что падаль, в поисках которой они рыскали по равнинам, уже ждет их в пруду с теплой водой. Последние несколько лет огромный самец с оторванным ухом, морда которого была покрыта старыми белесыми шрамами, сквозящими сквозь шерсть, всегда первым забирался в пруд, а остальные медведи терпеливо ждали вокруг. У менее сильных, но проворных медведей был шанс схватить кусок для себя, когда самый большой самец слишком занят едой. Часами они терпеливо ждали, пока Одноухий разгрызал огромные кости конечностей мамонтов и поедал губчатую сердцевину, заполненную жиром. Этот порядок очень редко нарушался, а шрамы на головах самцов говорили о том, как они отстаивают свое право на еду. Даже насытившись, крупные самцы бросались на уступающего им в размерах и силе сородича-конкурента, если он пытался полакомиться падалью не в свой черед. Когда голод становился нестерпимым, молодые медведи иногда хватили кусок из-под носа более сильного самца и успевали скрыться. Молодой медведь, разорванный в этот раз взрослым самцом, был недостаточно проворным. Еще два самца помельче и одна



медведица с медвежонком внимательно наблюдали за Одноухим в пруду. Медведицам с медвежатами редко удавалось подобраться к трупам мамонтов, и сначала одна, а затем другая мамаша со своим потомством удалились в сторону холмов...

Североамериканский континент с конца XIX столетия считается настоящей палеонтологической Меккой. Среди богатых палеонтологическими находками регионов стоит выделить Великие Равнины, протянувшиеся с севера на юг почти на 3200 км и с запада на восток на 800 км. Ландшафт этого огромного района формируется равнинами на востоке и отрогами Скалистых гор на западе. На Великих Равнинах разыгрывались драматические события истории США, связанные с колонизацией Американского Запада в середине XIX века; здесь шли войны с племенами индейцев, жившими здесь до начала XX века (рис. 1).

Сцена, представленная выше, могла произойти около 25 000 лет назад, в том месте, где сейчас находится городок Хот-Спрингс (англ. Hot Springs — горячие ключи), на юге штата Южная Дакота. Хот-Спрингс расположен в одном из южных районов горного массива Блэк-Хиллс, или Паха Сапа на языке индейцев дакота. Блэк-Хиллс протянулся с севера на юг примерно на 200 км. С геологической точки зрения это абсолютно изолированная мини-атюрная горная система. Она удалена от Скалистых гор более чем на 200 км, но сходна с ними по времени и типу формирования. Покрытые сосновыми лесами невысокие горы (максимальная высота их не превышает 2200 м над уровнем моря) и окружающие их со всех сторон прерии создают уникальный ландшафт, который в Северной Америке нигде больше не встречается.

## Открытие

Ранним летним утром 20 июня 1974 года старина Фил Андерсон шурился на жаркое солнце — нещадно парило, но работа спорилась, и летний сезон представлялся многообещающим. Бульдозерист Джордж уже равнял большой покатый холм, который Фил прикупил, чтобы разбить на участки и построить жилые дома (рис. 2). С холма открывался прекрасный вид на синеющую в утренней дымке гряду холмов Семь Сестер, но Фил размышлял не о пейзаже, а о том, как бы найти подрыдчиков попроворней. Ни Фил, ни Джордж не подозревали, что этот день перевернет судьбу небольшого городка Хот-Спрингс. Всего через несколько лет этот городок будет при-



2  
Фил Андерсон — первооткрыватель местонахождения мамонтов в Хот-Спрингс



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

нимать более ста тысяч посетителей в год и войдет в число национальных достопримечательностей США.

Вдруг из-под ножа бульдозера вывернулось что-то необычное. Из оранжево-красной глины появился беловатый, ребристый с одной стороны предмет размером с кирпич. Джордж остановил мотор и выскочил из кабины. Разобраться, что это за предмет, помог его сын Ден, который учился в Шадронском колледже в соседнем штате Небраска и прослушал курс палеонтологии у профессора Ларри Агенброда. Странный «кирпич» оказался зубом мамонта. Кроме зуба Дену удалось найти еще несколько кусков крупных костей и даже часть конечности мамонта в анатомическом сочленении.

Так было положено начало будущему Музею мамонтов на участке, который Фил без долгих раздумий перебрал по старой цене местному Геолого-минералогическому клубу. После трех лет раскопок на холме, которые проводила группа студентов профессора Ларри Агенброда, стало ясно, что это уникальное местонахождение костей колумбийских мамонтов. Единственное условие Фила Андерсона, поставленное при продаже земли, — все палеонтологические находки должны остаться в Хот-Спрингс. Второе условие поставил профессор Агенброд в 1979 году. Он установил временный мораторий на раскопки до тех пор, пока не будет выстроен музей, перекрывающий местонахождение. Его навсегда оставили в том положении, в котором оно сохранялось тысячи лет до момента открытия.

Колумбийские мамонты в Северной Америке известны так же хорошо, как шерстистые мамонты в России. Каждый год в США находят отдельные кости, а иногда даже целые скелеты, — зачастую это происходит, как и в только что рассказанной истории, при строительных или дорожных работах. Однако до сих пор во всей Северной Америке, да и во всем мире, не известно местонахождений, аналогичных «кладбищу мамонтов» в Хот-Спрингс (рис. 3). С момента открытия музея оно привлекает не только профессиональных палеонтологов, но и множество туристов, поскольку лишь там можно увидеть такое скопление костей и целых скелетов этих животных в одном месте, за консервированных in situ.

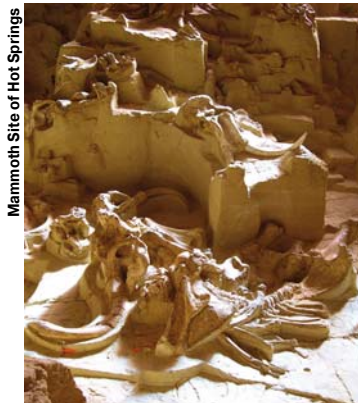
## Кто такие колумбийские мамонты

Этот биологический вид описан американским палеонтологом Клодом Хиббардом в 1955 году и назван в честь Христофора Колумба — *Mammuthus columbi*. Колумбийский мамонт состоит в довольно близком родстве с шерстистым мамонтом *Mammuthus primigenius* (этот вид, изначально евразийский, позже проник и в Северную Америку), они произошли от общего предка. Предком колумбийского мамонта, возможно, был степной мамонт *Mammuthus trogontherii*, мигрировавший в Северную Америку. Колумбийский мамонт обитал только на североамериканском континенте и сформировал несколько хронологически сменяющих друг друга подвидов (некоторые ученые считают их самостоятельными видами), последним из которых и был собственно колумбийский мамонт, живший в конце плейстоценового периода. Вымерли колумбийские мамонты 11—12 тысяч лет назад, вскоре после заселения Северной Америки человеком.



Художник Carl Bueh

4  
Самец колумбийского мамонта



Mammoth Site of Hot Springs

3  
Слева — вид на участок местонахождения в Хот-Спрингс с костями колумбийских мамонтов; справа — реконструкция колумбийского мамонта перед музеем



Фото Е. Н. Машенко



Художник К. К. Фларов

5  
Самец шерстистого мамонта

Колумбийский мамонт, по всей вероятности, не имел густой шерсти и был крупнее шерстистого мамонта, жившего в эту же эпоху в Евразии (рис. 4, 5). На рубеже среднего и позднего плейстоцена высота тела самцов колумбийского мамонта в холке превышала 3,7 м, а вес достигал 7,5—8,5 т. Однако почти в ту же эпоху на островах архипелага Санта-Роза около побережья Калифорнии, где изолированно обитала популяция колумбийского мамонта, сформировался островной вид — *Mammuthus exilis*, в холке не более 190 см, а весом всего 1,5 т.

В периоды максимального распространения в позднем плейстоцене (11—70 тысяч лет назад) колумбийский мамонт расселялся на север континента до Аляски, где сосуществовал с шерстистым мамонтом, мигрировавшим из Старого Света не менее 100 000 лет назад. На юг колумбийский мамонт распространялся до современной территории Коста-Рики. На западе его ареал достигал Калифорнии и близлежащих островов, а на востоке — полуострова Флорида, включая ее мелководный шельф, который был в то время сушей.

Находки колумбийских мамонтов на крайнем востоке и западе США, где в конце плейстоценового периода располагались зона лесов или горные массивы, более редки. Основная область распространения вида в то время — долины рек древних прерий на Великих Равнинах. Многие детали экологии и биологии колумбийского мамонта пока остаются неизученными, поэтому так важны данные, полученные в Хот-Спрингс.

Эмаль зубов колумбийского мамонта толще, чем у шерстистого. Это значит, что он, скорее всего, питался преимущественно травянистыми растениями и ветками кустарников, причем был в меньшей степени «травоядным», чем его евразийский родственник, который жил в более суровых условиях сухого и очень холодного климата и приобрел максимальную специализацию к питанию травянистой растительностью. Можно сказать, что оба вида были завершающими этапами длительной эволюции рода мамонтов, которая насчитывала почти миллион лет.

Вымирание колумбийского мамонта в Северной Америке связывают с изменением климата в конце плейстоценового периода. Возможно, что свою лепту в исчезновение этого вида внес и человек. Колумбийские мамонты приблизительно 1500 лет (но, возможно, и гораздо дольше) соседствовали с самыми древними людьми, заселившими Северную Америку. Их культура получила название Кловис, от названия археологической стоянки у городка Кловис в штате Нью-Мексико. Заселяя континент, эти предки индейцев охотились на всех крупных животных плейстоценовой фауны Северной Америки, включая колумбийских мамонтов. По-видимому, это в сочетании с изменением природной среды, усилившимся в конце плейстоценового периода, способствовало вымиранию колумбийских мамонтов и многих других видов крупных млекопитающих плейстоценовой фауны Северной Америки. Среди исчезнувших видов были такие необычные животные, как гигантские ленивцы, броненосцы, саблезубые кошки —

смилодоны, короткомордые медведи (рис. 6), американские мастодонты, гигантские бобры и верблюды. Однако, вероятно, именно изменения окружающей среды были главными причинами вымирания; в частности, мелкие колумбийские мамонты на островах Санта-Роза вымерли ранее, чем этот архипелаг был колонизирован предками индейцев.

## Почему карстовый провал стал ловушкой

Один из самых волнующих вопросов, который решали исследователи «кладбища» колумбийских мамонтов, — причина гибели такого большого числа этих животных в одном месте. В результате длительных геологических процессов к концу плейстоценового периода образовалась естественная ловушка, в которой в течение 200—700 лет погибали мамонты. Скорее всего, их привлекала вода внутри карстовой воронки с вертикальными и скользкими склонами, по которым они не могли подняться и тонули.

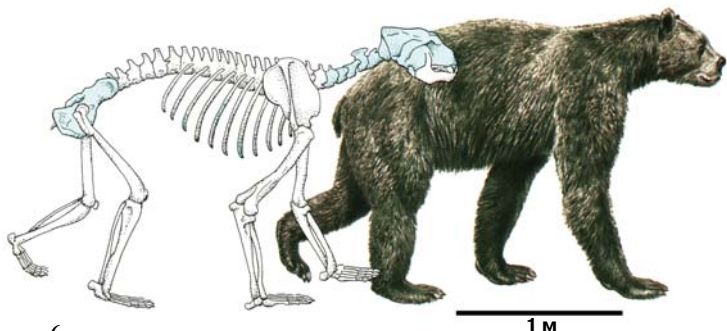
...Облака пыли, поднятые ветром на равнине за холмами, почти закрывали солнце. Вымороженные за сухую и холодную зиму, присыпанные пылью трава и полынь сохранились только кое-где на северных склонах холмов в тени сосен, прячущихся по распадкам от натиска ветра и солнца. Лужайки в низинах вокруг пруда и берегов ручьев, вытекающих из пруда в долину, оставались зелеными. Теплая вода время от времени с гулом поднималась в пруду, переливалась через его невысокие обрывистые берега, сложенные красно-бурным песчаником, затапливая низины вокруг. Вода из глубины земли позволяла травам и кустарникам в этом маленьком оазисе оставаться зелеными почти круглый год.

Тропы, по которым мамонты кочевали в поисках пищи и воды, тянулись южнее, вдоль берегов Белой реки. Самки с детенышами избегали высохших равнин и долин среди холмов на севере. Лишь иногда отставшие от семейных групп неопытные самки, потеряв мать и сестер, забредали в Долину горячих ключей. Другое дело самцы. Гораздо более сильные и подвижные, они часто пересекали негостеприимные равнины и холмы, чтобы добраться до долины Быстрой реки, текущей на северо-восток. Во время путешествий на север самцы-одиночки или группы из нескольких самцов заходили в Долину горячих ключей напиться из теплого пруда перед многочасовым переходом.

Более опытные мамонты знали, что пруд может быть опасным для них, и, спускаясь по пологому склону к его мелкой части, старались не заходить далеко в воду, держась у берега. Вязкий ил на дне был набит костями погибших в пруду мамонтов. Коварное мягкое дно водоема неожиданно начинало двигаться и проваливаться под ногами у неосторожных гигантов. Если вода поднималась из глубины именно тогда, когда в пруду находился мамонт, выбраться на берег ему уже не удавалось.

Теплая вода из глубокой трещины на дне давно не поднималась, и ручьи, вытекающие из пруда, пересохли. Напиться было возможно, только спустившись в сам пруд по его пологому берегу. Огромный самец высотой больше трех с половиной метров вышел на середину пруда, где вода доходила ему до брюха. Принюхиваясь и трогая поверхность воды хоботом, он попятился от выступающей из ила около отвесного берега головы мамонта, обглоданной медведями. Внезапно горячая вода из глубины стала подниматься, с шумом выталкивая ил, закрывающий трещины на дне. Какое-то время мамонт рвался и ревел среди бурлящей мутной воды, топчя кости погибших сородичей. Увязая в иле все глубже, он изо всех сил цеплялся хоботом за скользкие выступы обрывистого берега, пытаясь найти опору, сломал один из бивней, но снова и снова срывался.

Час спустя ручьи, бегущие из пруда-ловушки по Долине, спокойная вода с поднимающейся над ней дымкой легкого пара ничем не напоминали о гибели мамонта. А всего через



6  
Короткомордый медведь (Agenbrood, Mead, 1986)





**7**  
Отложения, заполняющие воронку-ловушку, и повреждения костей:  
**а** — слоистая структура отложений, заполняющих карстовую воронку-ловушку мамонтов;  
**б** — наклонное, приблизительно под 35° к горизонтали, положение скелета мамонта; **в** — правая плечевая кость мамонта. Проксимальный, то есть верхний конец кости раздавлен (стрелка)



**б**



**в**

несколько дней, когда ил осел на дно, спина гиганта показала на поверхности, выступая из воды среди костей других мамонтов...

Геологические исследования местонахождения показали, каким образом и в каких именно местах ловушки захоранивались кости мамонтов и почему из нее не могли выбраться даже крупные и сильные самцы. Сам пруд образовался на месте провала карстовой полости в отложениях формации Минелюса (отложения пенсильванского и пермского периодов палеозойской эры, по геохронологической шкале Северной Америки), сформировавшей брекчиевую трубку — спрессованную толщу из обломков различных пород. Сквозь трещины в брекчии в колодец поступала теплая вода, которая сегодня выходит на поверхность в виде многочисленных теплых ключей в долине реки Фол-Ривер, протекающей всего в 700 м от местонахождения.

На поверхности ловушка представляла собой овальную карстовую воронку диаметром чуть больше 70 м. Дно ее было наклонено с юго-запада на северо-восток, где глубина воронки превышала 20 м. Вдоль северо-восточной стенки под дном воронки располагался основной артезианский источник, поставлявший термальные воды по брекчиевой трубке, уходящей на глубину 300 метров. Вода, нагретая до 35—45° С в недрах земли, поднималась на поверхность и выносила с собой крупный и мелкий гравий и обломки породы, которыми было сложено основание днища водоема.

Захоронение костей мамонтов происходило в песчаных и глинистых породах (красноцветных пермо-триасовых глинистых сланцах), постепенно покрывающих дно пруда. Хорошо заметна их слоистая структура (рис. 7а). Потоки воды во время дождей с окрестных холмов приносили в воронку рыхлые осадки, которые постепенно заполнили ее. Сравнение состава осадков показывает, что мамонты гибли в ловушке в течение нескольких сотен лет. Датировки костей мамонтов по радиоактивному углероду  $C^{14}$  укладываются в интервал времени между 26 и 25 тысячами лет. После заполнения воронки рыхлыми отложениями до уровня ее бортов и понижения уровня подземных термальных вод она перестала быть ловушкой.

Юго-восточный берег воронки был безопаснее — пологим, с относительно твердым и ровным, хотя и скользким дном. Противоположный, северо-западный берег, с очень крутыми стенками, слагали более песчаные отложения. Те мамонты, которые оставались у пологого берега, имели шанс выбраться. Менее осторожные, зайдя глубоко в воду, не могли преодолеть скользкий илистый склон и тонули в водоеме, обессилев от попыток выбраться. Их остатки после оседания на склонах дна постепенно сползали в глубокую часть пруда. Некоторые кости и два из четырех скелетов мамонтов, найденных в анатомическом сочленении, залегают на склонах водоемов наклонно, следуя наклонному положению слоев дна ловушки (рис. 7б).

О том, какой драматичной была борьба за жизнь колумбийских мамонтов, попавших в ловушку, можно судить по большому количеству сломанных и раздавленных костей и черепов (рис. 7в). Погружаясь все глубже в ил на дне воронки, мамонты пытались найти опору под ногами, давя останки погибших раньше животных. По результатам анализа изотопов углерода и кислорода из бивней мамонта было определено, что мамонты гибли в ловушке преимущественно весной и осенью — в сезоны, когда им было трудно найти пищу и воду.

## Другие обитатели древней долины

Кости колумбийских мамонтов составляют подавляющее большинство остатков животных в местонахождении мамонтов города Хот-Спрингс. Их собрано более 3000, не считая несколько сотен обломков костей, раздавленных ногами мамонтов, которые отчаянно пытались выбраться из ловушки. Кроме того, в этом местонахождении обнаружено небольшое количество костей других видов животных, обитавших в этом районе Северной Америки вместе с мамонтами в конце плейстоценового периода. Отложения карстовой воронки законсервировали в себе надкрылья жуков, следы ног и отпечатки перьев как минимум двух видов птиц, следы лап мелких млекопитающих и ног мамонтов (последних — более 70!), а также кости земноводных (жаб), речных рыб (гольяна) и раковины примерно двух десятков видов пресноводных моллюсков. Сохранность моллюсков и рыб, их многочисленность и тот факт, что они населяют окрестные водоемы и в наше время, говорят о том, что пруд в карстовой воронке был их естественной средой обитания.

На сегодня в местонахождении определено более десятка видов грызунов, зайцев и насекомоядных. Их остатки представлены в основном зубами, а попадали они в отложения, заполняющие воронку, благодаря хищникам или смывались с берегов дождевой водой. Все эти виды живут в Северной Америке и сейчас, но три таксона в Южной Дакоте больше не встречаются: вайомингская земляная белка *Spermophilus elegans*, белохвостая луговая собачка *Cynomys sp.* и вересковая полевка *Phenacomis intermedius*. Ближайшие ареалы этих видов находятся в 160—240 км юго-западнее или юго-восточнее Блэк-Хиллс.

Кости других видов млекопитающих, найденных вместе с мамонтами, представлены всего одним—трем экземплярами от каждого вида. Это различные копытные и мелкие хищники: вымерший горный овцебык *Euceratherium collinum*, вилорогая антилопа *Antilocarpa americana*, плейстоценовый верблюд *Camelops sp.*, плейстоценовая североамериканская лама *Hemiauchenia sp.*, норка *Mustela vison* и американский барсук *Taxidea taxus*. Как и кости грызунов, они, вероятно, попали в ловушку случайно, вместе с глиной и песком, смываемыми дождями и тальми водами с окрестных холмов.

Особую группу животных представляют крупные хищники, обнаруженные в местонахождении мамонтов: койот *Canis latrans*, волк *Canis lupus* и короткомордый медведь *Arctodus simus*. Эти животные оставили в ловушке более значимые следы, чем виды, перечисленные выше. Еще в начале раскопок местонахождения были найдены копролиты (минерализованные экскременты) волков и койотов, и лишь много позднее удалось найти три-четыре фрагмента их костей. О том, что койоты часто посещали это место, говорит многочисленность их копролитов, обнаруженных в мелководных участках пруда, особенно в юго-восточной части. Точно установлено, что некоторые остатки грызунов, найденные в отложениях, прошли через желудки койотов: эмаль зубов частично растворена желудочной кислотой.

И койоты, и волки — достаточно осторожные, ловкие животные; скорее всего, они не гибли в ловушке, как тяжеловесные колумбийские мамонты. Немногочисленные кости этих хищников могли попасть в воронку случайно. Однако более вероятно, что некоторые из них гибли в ловушке от ран, нанесенных сородичами или более крупными хищниками, конкурирующими с ними за падаль.

Плейстоценовый американский короткомордый медведь — арктодус — среди хищников местонахождения мамонтов в Хот-Спрингс занимает особое положение. Этот медведь очень крупный (предполагаемый вес 700—800 кг) и относительно длинноногий по сравнению с его современными родственниками. По общим размерам скелета он не уступал белому медведю, а по размерам черепа был сходен с евразийским пещерным медведем. Часть скелета, в том числе череп и нижняя челюсть одного медведя, сохранилась в более мелкой части пруда. По его слабо стертые зубы, размеру черепа и нижней челюсти можно заключить, что это молодая особь, не старше шести лет. В переводе на возраст современных медведей — это особь, живущая самостоятельно в течение двух-трех лет. В этой же части пруда найдены несколько ребер и часть плечевой кости еще одного, более молодого медведя арктодуса.

По сохранившимся костям молодых медведей невозможно установить причину их гибели. Реконструкция истории, которая могла произойти в конце плейстоцена в воронке-ловушке, основана на особенностях поведения современных медведей и немногих данных о возможных особенностях экологии и экологии арктодусов.

Как уже было сказано, строение и пропорции скелета арктодуса заметно отличали его от современных видов медведей: длинные конечности, относительно укороченное туловище. Коренные зубы у этого хищника очень крупные, уплощенные,

без режущих гребней. Это был подвижный хищник, способный преодолевать огромные расстояния, а его зубы могли дробить большие кости крупных растительноядных животных.

Во время прохода лосося на Аляске самый крупный и сильный медведь гризли занимает место, где активнее всего идет рыба, и выгоняет с него более слабых. Гризли яростно дерутся за такое место. Бывает, что более сильный медведь убивает собрата послабее, если тот не уступает или не успевает убежать. Можно предполагать, что подобные же схватки происходили между арктодусами у пруда-ловушки за право первым подобраться к трупам мамонта и для некоторых из них такие столкновения заканчивались гибелью. Кости молодых медведей захоронены в мелководной части пруда, с пологим склоном, откуда можно было легко выйти на берег, — это подтверждает, что они, скорее всего, не утонули в воронке-ловушке подобно мамонтам, а были убиты или смертельно ранены.

Строение скелета, мощные плоские зубы и крупные обонятельные доли головного мозга арктодуса говорят о его специализации к питанию падалью. В плейстоцене Северной Америки этот вид медведей занимал, видимо, ту же экологическую нишу, что и современные гиены Африки. Арктодусы, скорее всего, вели одиночный образ жизни, контролируя большие участки охотничьих территорий на безлесных равнинах, которых избегали бурые и черные медведи (в конце плейстоцена эти виды уже обитали в Северной Америке). Арктодусы могли разыскивать падаль или животных, убитых другими хищниками. Карстовая воронка с разлагающимися трупами колумбийских мамонтов должна была притягивать арктодусов как магнит, и наверняка там случались столкновения между ними.

Еще одно неожиданное свидетельство присутствия арктодуса в воронке-ловушке представлено на рис. 8. На фрагменте большой берцовой кости молодого мамонта, на поперечном сломе, видны следы скусывания, оставленные зубами крупного хищника. По размеру выемок от передних зубов можно определить, что размерный класс хищника соответствует короткомордому медведю или американскому пещерному льву (*Panthera atrox*). Кости древнего льва пока в воронке-ловушке не обнаружены, кроме того, львы редко едят кости слонов и носорогов. Разгрызание диафизов костей характерно именно для медведя. У мамонтов и слонов нет костномозговой полости внутри длинных костей конечностей. Эти кости полностью состоят из губчатой ткани, ячейки которой заполнены костным мозгом, на 80% состоящим из жира. Вот почему хищник поедал внутреннюю часть костей, разгрызая толстые плотные наружные стенки.

А что за растения обитали в пруду и вокруг него около 25 тысяч лет назад? Об этом можно узнать по пыльце в отложениях (она принадлежит более чем 30 видам). Сейчас южная часть Блэк-Хиллс полностью покрыта лесом, в котором преобладает сосна пондероза. В эпоху позднего плейстоцена древесные виды (сосна, можжевельник, ель, пихта) и особенно листопадные породы (каркас, береза, вяз, тополь, дуб, ива, грецкий орех, ясень), судя по ничтожному количеству их пыльцы в общем спектре, занимали подчиненное положение в сравнении с травянистой растительностью и, скорее всего, тяготели к бортам речных долин. В настоящее время такие породы, как ель и пихта, не встречаются в южной части Блэк-Хиллс, но растут в его северном, более возвышенном, прохладном и влажном регионе.

Даже в период максимального похолодания позднего висконсинского оледенения, когда пруд был ловушкой, горную систему Блэк-Хиллс не покрывал ледник. Однако состав и тип растительности отражали условия сурового континентального климата. Характер его определялся относительной близостью (всего в 250 км) южной окраины ледникового щита, покрывающего восточные отроги Скалистых гор на западе и простирающегося до долины Миссури на северо-востоке.



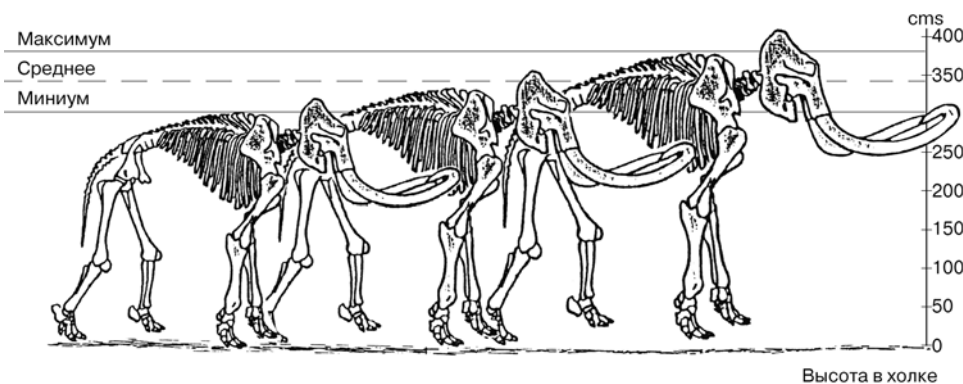
Фото Е. Н. Машенко

8  
Фрагмент дистальной части большой берцовой кости мамонта со следами скусывания, оставленными короткомордым медведем

## О чем рассказали кости колумбийских мамонтов

Относительно немного полных скелетов мамонтов сохранили анатомическое положение костей (рис. 3б). Многие кости повреждены и поломаны, кости от скелетов разных особей часто перемешаны. Исследование коллекции было бы невозможно без определения морфологических индивидуальных особенностей колумбийских мамонтов, погибших в карстовой воронке-ловушке.

Наибольшую информацию о вымерших слонах дает изучение их зубов, бивней, черепов, нижних челюстей и длинных костей конечностей. Бивни мамонтов и их фрагменты хорошо сохранились в отложениях. Подсчет количества находок позволил установить, что за сотни лет в ловушке погибло около 60 мамонтов.



9  
Размерная изменчивость у слонов и мамонтов: а — слева самец африканского слона, национальный парк Крюгера, ЮАР (фото А. С. Марра), справа самка африканского слона, национальный парк Масаи-Мара, Кения (фото А. В. Шаповалова); б — высота скелета колумбийских мамонтов из местонахождения мамонтов в Хот-Спринге (Agenbroad, 1994)

Главный сюрприз заключался в том, что бивни всех мамонтов имели большую длину и немалый поперечный диаметр, а кости конечностей были очень крупными и массивными.

Лишь у четырех мамонтов диаметр бивней не достигал 14 см, а диаметр самого большого бивня из местонахождения превышал 25 см. Это означает, что все они, даже те четверо, — самцы. У самок мамонта диаметр бивней не превышает 11 см. Кроме того, и скелеты самцов значительно крупнее, чем у самок. По костям конечностей установлено, что в местонахождении Хот-Спрингс даже самые мелкие мамонты были немного выше 3 м, а рост самого большого мамонта, получившего имя Наполеон, превышал 3,75 м (рис. 9а, б).

Вторая неожиданность — результат определения индивидуального возраста мамонтов. Для этого были измерены и учтены зубы из всех черепов, нижних челюстей и даже отдельно найденные зубы. Зубы у слонов и мамонтов меняются последовательно друг за другом (от одной смены зубов к другой). Количество пластин, составляющих коронку зуба, увеличивается от смены к смене. По числу их и устанавливается смена, то есть «порядковый номер» зуба. У слонов и мамонтов шесть смен зубов: первая прорезается при рождении и еще пять смен происходят в течение жизни. Зубы каждой из смен прорезаются в определенное время, что и позволяет определить индивидуальный возраст.

Более половины колумбийских мамонтов, погибших в пруду-ловушке, были младше 30 лет (имели четвертую смену зубов — М1) (рис. 10а, б, в). Возраст остальных не превышал 40 лет (пятая смена — М2). Старых мамонтов, с последней, шестой, сменой зубов (М3), возрастом больше 45 лет, было всего двое или трое.

Состав и возраст колумбийских мамонтов, погибших в воронке-ловушке, показывает странную и необычную закономерность. Во-первых, ловушка действовала избирательно, в ней гибли преимущественно молодые самцы. Большинство старых самцов, более опытных и осторожных, видимо, избежали гибели. Во-вторых, самки и детеныши почему-то также не попадались в ловушку. Хотя раскопки на местонахождении продолжаются больше 35 лет, не было найдено ни одной достоверно определенной кости самки мамонта. Можно предположить, что семейные группы колумбийских мамонтов, состоящие из самок и детенышей, не заходили в Долину горячих ключей. В чем могла быть причина?

а



10  
 Определение индивидуального возраста мамонтов из местонахождения в Хот-Спрингс: а — нижняя челюсть мамонта с четвертой сменой зубов (M1); б — нижняя челюсть мамонта с пятой сменой зубов (M2); в — диаграмма индивидуального возраста (Agenbroad, 1994)

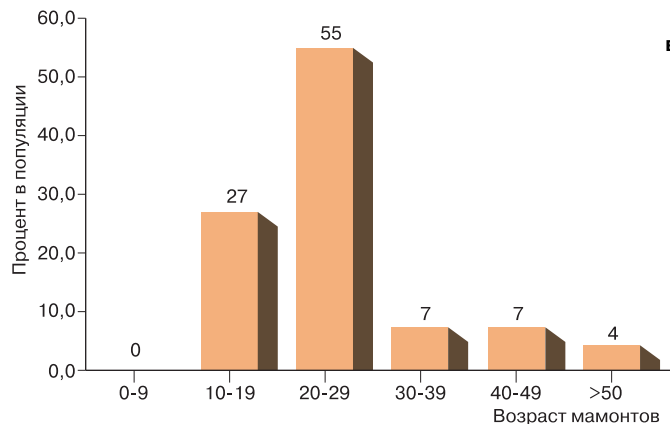
Одна из особенностей, резко отличающая самцов и самок слонов, — самки с детенышами составляют семейные группы, тогда как самцы ведут одиночную жизнь (рис. 11). Самцы слонов присоединяются к семейным группам на короткое время, в период размножения. Эта особенность поведения хорошо изучена у слонов Восточной Африки. Одиночные самцы или их группы не остаются подолгу на одной территории и перемещаются на большие расстояния (отмечены перемещения больше чем на 90 км за 19—20 часов). Активное территориальное поведение и стратегия жизни взрослых самцов определяются практически полным отсутствием у них естественных врагов. После достижения определенного возраста и размера самец слона перестает быть потенциальной добычей для крупных хищников.

Самки и детеныши гораздо слабее самцов и физически менее защищены. Основа их выживания — социальное поведение и координированное взаимодействие между особями, как при защите от хищников, так и в поисках пищи. Группа самок и детенышей под предводительством наиболее



11  
 Африканские слоны: вверху — одиночный самец, национальный парк Крюгера, ЮАР (фото А. С. Марра); внизу — семейная группа из самок и детенышей

б



опытной самки все время своего существования остается на определенной территории и не покидает ее.

Бесстрашие молодых половозрелых самцов, практически не имеющих естественных врагов, и отсутствие у них жизненного опыта, видимо, было одной из главных причин их гибели в ловушке, тогда как самцы старшего возраста действовали осторожнее. Очень важно, что палеонтологические открытия в Хот-Спрингс впервые доказали сходство структуры популяций и особенностей поведения у колумбийского мамонта и современного африканского слона. Именно на материалах из этого местонахождения было показано, что самцы колумбийского мамонта жили отдельно от семейных групп.

Продолжающиеся до настоящего времени раскопки и изучение мамонтов из Хот-Спрингс принесли много новых данных и о самих колумбийских мамонтах, и о мире, в котором они жили и который исчез на американском континенте всего 11 тысяч лет назад. Когда открываются новые страницы прошлого, у исследователей всегда остается много нерешенных вопросов, и каждое открытие ставит новые задачи. По-прежнему одна из наиболее актуальных проблем — вымирание плейстоценовых млекопитающих. Состав видов растений, климат и среднегодовая температура, казалось бы, не сильно изменились на Великих Равнинах за последние 11 тысяч лет, однако колумбийских мамонтов и других гигантов плейстоценового периода больше нет на Земле. Это подчеркивает тонкую взаимосвязь всех компонентов окружающего нас мира. Незначительные на первый взгляд изменения климата (а также заселение Северной Америки человеком) привели к необратимым переменам, и могучие млекопитающие, прежние хозяева планеты, теперь обитают только в музеях.

#### Литература

L.D.Agenbroad, J.D.Mead, L.Nelson, eds. Megafauna and Man: Discovery of America's Heartland. Hot Springs, South Dakota: Mammoth Site of Hot Springs, SD, Inc. 1990.

L.D.Agenbroad. Pigmy (Dwarf) Mammoth of the Channel Islands of California. Mammoth Site of Hot Springs, SD, Inc. 1998.

L.D.Agenbroad, J.I.Mead, eds. The Hot Springs Mammoth site: a Decade of Field and Laboratory Research in Paleontology, Geology and Palaeoecology. Mammoth Site of Hot-Springs, SD, Inc., 1995.

L.D.Agenbroad, J.I.Mead. Large Carnivores from Hot Springs Mammoth Site, South Dakota. «National Geographic Research», 1986, 2 (4), 508—516.



Художник В. Стеблева

НАНОФАНТАСТИКА

## Девятнадцатый

Реми стиснул зубы. Пусть Поль и обошел его на последнем круге, все равно он бухгалтер, а не гонщик. Ну да, несколько лет в одной команде, но что еще скажешь о здоровенном бугае, который предпочтет отстать, только бы не оказаться в общей свалке, а вписываясь в повороты, отмеряет риск как на аптечных весах. И ведь не смерти больше всего боится, а бо-бо. Или того, что счет в банке похудеет. У каждого мотоциклиста на костюме рядом с группой крови — номер совместимой клеточной линии. Случись что — новые легкие, печень, селезенка, выращенные из стволовых клеток, уже ждут хозяина. Страховка высшего разряда обеспечит любую операцию, ну, сколько-то доплатить придется, понятное дело. Фраза «повреждения, несовместимые с жизнью» практически исчезла со страниц новостей. Голову вот только не заменишь... Что бы некоторые ни говорили, гонщику она все-таки нужна. Но и нынешние шлемы куда лучше, чем раньше. Защищают не только мозги, но и шею. Ходишь, правда, как рыцарь в броне...

К финишу вылетели еще четверо, и началась та самая свалка, в которую осторожные не лезут. Двое через пару секунд выровнялись и снова газанули. Еще один мотоцикл горел, его хозяин, хромая, спешил убраться с трассы — вот-вот рванет. Валентин, младший из их команды, выползал из-под своей машины — слишком медленно. Реми дёрнулся к нему и понял — не успевает, даже не заметил, как далеко отошел от трассы. Ближе всего был Поль. Он ринулся к опрокинутому мотоциклу, вытащил Валентина, поднял и, подхватив под мышки, повел прочь. Одна нога у парня, похоже, отказала совсем, на вторую он еще мог

опираться. Поль волок его практически на себе, шаг, другой, третий... Они были уже далеко, когда по глазам Реми ударило огнем, грохнуло так, что слышно было, наверное, и в городе. Поль повалил парня на землю, накрыв собой.

Завывая, подъехала «скорая». Валентина потащили в машину. Поль, с трудом отбившийся от врачей, подошел к Реми, пошатываясь.

— Вызови такси.

Тот посмотрел на его обгоревшую куртку и покрытые пузырями руки:

— Иди эскулапам сдавайся.

— Вызови. — В его голосе было что-то такое, что заставило Реми подчиниться.

Деревянно выпрямившись на заднем сиденье такси, Поль сам вколол себе обезболивающее. В номере Реми помог чертыхающемуся Полю стянуть куртку, рывком сдернул остатки рубашки. Пузыри по всей спине, кое-где кожа просто сгорела... Поль, мыча сквозь зубы, отошел в сторону, как слепой, и сам спустил штаны.

— Осел! В больницу надо. Почки сдохнут! Жив останешься — рубцы будут на всю спину, гонять не сможешь. Пересадка кожи нужна. — Реми орал, чувствуя, что переходит уже на визг, но его как будто не слышали.

— Сюда врача вызовешь, вот телефон. В больнице прикопаются к документам, обвинят в подделке. Нельзя пересадку... Я не пятый, я девятнадцатый.

Поль сказал это тихо и невнятно, но Реми понял. Вся девятнадцатая линия стволовых клеток оказалась заражена каким-то вирусом. У тех, кому сделанные еще до рождения инъекции обеспечивали совместимость именно с ней, шансов на пересадку не оставалось. Фирма извинилась, выплатила приличные деньги, которых пострадавшим хватило на базовую страховку. Для лиц без вредных привычек, на безопасной работе, не занимающихся экстремальными видами спорта.

— Как же ты гоняешь?

— А как раньше все? Я с детства мотоциклы во сне видел. Я же мужик, Реми, я не могу так жить. Бык здоровенный, что мне, в конторе бумажки переключивать? Одно время надеялся что-то исправить, деньги копил. Сам себя уже ненавидел за жадность. Ребятам после трассы проставиться не мог, девчонку в бар пригласить. Бесплезно, только посмеялись, эскулапы... Толерантность к пересаживаемым тканям у взрослых уже не вырабатывается... Как они раньше — на восьмидесятике, на полюс без страховки этой долбаной?..

Поль был непривычно многословен и говорил все тише и неразборчивее. «Шок, — подумал Реми, — срубится еще до врача — как мне тогда объясняться?»

Эскулап все-таки успел. Велел лежать, сделал еще один обезболивающий укол, обработал ожоги, засыпал спину каким-то латиноамериканским порошком. *Врач*, похоже, работал нелегально, специализируясь на девятнадцатых. Он и спрашивать-то ничего не стал.

Реми вдруг понял, что никогда раньше не задумывался о том, как теперь живут попавшие под раздачу. А если авария? А если работа была такая, что без вредностей никак? Целый подпольный бизнес возник, словно бандитов каких потихоньку лечат. Случись что с Полем, врача даже к суду не потянешь.

Успокаивало лишь то, что доктор — мрачноватый такой парень с вислыми усами — был обстоятелен и серьезен. Поставил капельницу, подключил монитор и еще с добрый час сидел с пострадавшим. Сказал, что почки должны выдержать. Потом коротко кивнул Реми:

— Кто-то должен с ним все время оставаться. Если что, сразу звоните. Завтра буду.

Реми понял, что правдами и неправдами отмотается от утешительного заезда и будет сидеть тут. Две недели, три недели... Не последний сезон живем. В конце концов, он-то мужик или как?

Марина Мартова

# Гибриды, которых не было

Григорий  
Панченко

## Остров гориллоидов в океане есть

— Я вам, сударыня, вставлю яичники обезьяны.

— Ах, профессор, неужели обезьяны?

— Да, — непреклонно ответил Филипп Филиппович.

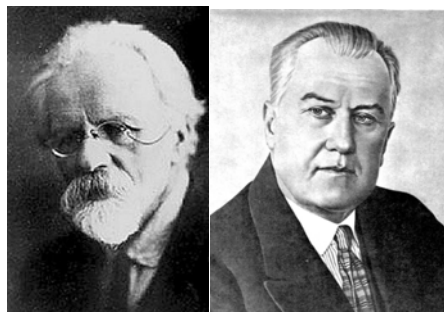
Михаил Булгаков. Собачье сердце

Вот и пришла очередь темы, к которой автор этих строк подступает с содроганием. Дело в том, что он, автор, некоторые свои ипостаси стремится держать «в разных файлах». Например, ипостась, связанную с оружейведением — и с криптозоологией, наукой о «неведомых зверях». Но иногда они все же поневоле совмещаются.

Начнем все же не с криптозоологии. В истории опытов по межвидовой гибридизации есть страница не то чтобы совсем уж мрачная, но скрытая густым туманом. Профессор И.И. Иванов, создатель асканийских зеброидов (см. «Химию и жизнь», 2012, № 4), центральная фигура среди тех исследователей, чьими стараниями Аскания-Нова превратилась из экзотического зверинца в научный центр, один из разработчиков искусственного осеменения как такового, — он... В общем, все, над чем Иванов работал в Аскании, было лишь «подступами» к его основной научной цели. Весьма специфической.

В самой Аскании об этом долгое время (собственно, до сих пор) вспоминают с оглядкой, нарочито предпочитая говорить об «ивановском наследии» в целом: специально, чтобы не разделять

Два профессора Иванова:  
Илья Иванович (слева) и Михаил Федорович



деятельность двух совершенно разных профессоров Ивановых, Ильи Ивановича и Михаила Федоровича. Последний, селекционер-животновод, занимался достаточно беспроblemной тематикой, не вызывавшей нарекания властей. А вот заветной целью Ильи Ивановича было создание гибрида между... человеком и обезьяной.

Идея эта у Иванова возникла еще в дореволюционное время, но тогда к ней подступиться было нельзя, даже под крылышком столь богатых и влиятельных спонсоров, как Фальц-Фейн, о котором рассказывалось в статье про зеброидов, и сам Столыпин (премьер проявлял большой интерес к сельскому хозяйству вообще и наукоемким отраслям животноводства в частности). Возможность появилась лишь в 1925 году, когда докладная записка профессора обратила на себя благосклонное внимание как минимум двух наркомов, Луначарского и Цюрупы.

Эпиграф из «Собачьего сердца» к такой гибридизации прямого отношения не имеет, но взят он не случайно: пересадка обезьяньих яичников — очень модная в то время методика, разработанная профессором С.Вороновым. Эта операция якобы способствовала омоложению организма, а вдобавок, точнее, в первую очередь обладала эффектом «виагры». На самом деле об омоложении говорить не приходилось (а те малозначительные, нестойкие, но раздутые рекламой эффекты, которые все-таки имели место, объяснялись отнюдь не влиянием обезьяньих гормонов!), но шумихи хватило на многие годы. Это были именно те годы и именно та шумиха, что и в случае с опытами Иванова. Так что интерес к цели подогревался с нескольких направлений одновременно.

В 1926—1929 годы Иванов проводит ряд опытов, довольно скромных по масштабам и совершенно никаких по результатам: искусственное осеменение не удалось, зачатие не состоялось. Но они требовали грандиозных, в том числе и по финансированию, подготовительных мероприятий. Тут и обширные контакты с коллегами из Латинской Америки, и возрождение



Сухумского обезьяньего питомника (в советское время было принято говорить о его «основании», но основан-то он был еще до революции), и экспедиция во Французскую Гвинею, и заказы «материалов для скрещивания» в других африканских колониях. Как-то «общим списком», без эмоций упоминается доставка половозрелых самцов шимпанзе и... женщин из племени пигмеев. Факт доставки, правда, не состоялся, так что куда на самом деле ушли выплаченные средства — отдельный вопрос! Было и много чего еще, и не удивимся, если в этом «много чего» и заключался основной наркомовский интерес. Профессора, ученого старой закалки, в самом деле вел исключительно научный энтузиазм, но вот для правительства открывались отличные перспективы... А собственно, на что?

Именно в эти годы появляется масса научно-популярных или откровенно литературных фантастических публикаций, повествующих о создании «рабов» или «солдат» на основе новых пород обезьян или даже гибридов между обезьяной и человеком! Сильных, стремительных — и недостаточно умных, чтобы взбунтоваться; впрочем, обезьян-рабочих некоторые авторы все же ухитрились взбунтовать. Это была эпоха ожидания «биологических чудес», страшных или восхитительных,



Вторая половина 20-х годов: «обезьяночеловеческая» тема — один из, выражаясь современным языком, трендов советских журналов



причем и восторг, и ужас были чем-то сродни нынешней истерии вокруг «генно-модифицированных продуктов» и «клонированных детей»: то и другое проистекало скорее от непонимания научных реалий как таковых — но, увы, у власти тогда находились люди, к пониманию не очень склонные.

Беляевский «Человек-амфибия» и булгаковские «Роковые яйца» вместе с «Собачьим сердцем» затрагивают эту проблему совсем уж боком, но вот повести М.Зуева-Ордынца «Панургово стадо» и Б.Турова «Остров гориллоидов» как раз напрямую посвящены обезьяночеловеческой проблематике. Причем у Турова идея скрещивания негров с гориллами ради получения могучих туповатых солдат если и вызывает осуждение — то главным образом потому, что этих солдат-гориллоидов ставят себе на службу заморские империалисты...

А может быть, даже скорее всего, интерес советского правительства объясняется проще. Иванов запросил немалые ассигнования — но суммы, выделенные на все работы, оказались раз в двадцать больше, чем ожидал профессор. И не всеми ими распорядился лично он. Очень похоже, что наше политическое руководство увидело шанс неофициально снабдить средствами ряд коминтерновских организаций (нет, не пигмейскую и не шимпанзанскую), да уж и поработать над агентурной сетью в колониальных владениях потенциального противника. СССР тогда еще пребывал в сравнительной изоляции, так что легальные возможности международных научных контактов использовались всюю — и не только учеными.

От морализаторских комментариев воздержимся: самого профессора вопросы этики тоже не особенно волновали. В ходе африканских экспедиций он без всяких комплексов (и даже без ведома пациенток) пытался осеменить

«туземных женщин» спермой самцов-шимпанзе, а по возвращении в СССР весьма положительно отнесся к желанию некоторых сознательных девиц послужить науке и прогрессу, подвергнувшись искусственному осеменению сперматозоидами орангутана — из всех человекообразных, содержащихся на тот момент в советских зоопарках и питомниках, это был единственный половозрелый самец... Опыт не состоялся, но лишь потому, что оранг в то время уже был тяжело болен и вскоре умер; обсуждение же велось достаточно открыто и, кажется, подстегнуло интерес научно-популярных изданий («Вестник знаний», «Всемирный следопыт», «Знание — сила», «Вокруг света», «Наука и техника»), на рубеже 1920 — 1930-х годов публиковавших рассуждения о возможности «промежуточных» обезьяно-человеческих форм, причем речь шла отнюдь не о недостающих звеньях в палеонтологической летописи. Наиболее перспективными объектами для подобного очеловечивания упорно называли орангутанов — с точки зрения приматологии вообще-то самая неудачная кандидатура. Столь же часто речь шла и о гориллах, в тех публикациях обычно слегка «орангутанизированных»: яркорыжей масти, способных к виртуозному лазанию. А вот шимпанзе как основной объект рассматривались куда реже...

Конечно, надлежит в очередной раз сделать скидку на время действия. В ту пору даже будущие столпы отечественной антропологии и приматологии, а пока что молодые энтузиасты М.Ф.Неструх и В.В.Бунак горячо поддерживали эту сторону деятельности И.И.Иванова, да и в советских работах по расоведению (едва ли не более многочисленных, чем во всех остальных странах!) порой выдвигались тезисы о «примитивных расах». Мировая антропологическая наука еще не получила той страшной прививки, которую принесли следующие полтора десятилетия, и даже не вполне представляла, что такое возможно. Сам же профессор Иванов на вопросы коллег о статусе будущего гибрида сухо отвечал, что обсуждение это в научном смысле беспредметно, да и преждевременно: гибрида ведь покамест нет...



Разные типы «гориллоидов» в качестве верных буржуазии солдат и — отдельно — восставшего пролетариата. Конечно, это фантастика — но многие считали ее футурологией...



«Идеологический ответ», подготовленный уже после смерти профессора Иванова, когда вопрос о «советских гориллоидах» давно был снят с повестки дня, однако на Западе это еще не вполне осознали

(А если бы он появился? И снова оставим пока в стороне моральную и юридическую оценку, а заодно поостережемся утверждать, что такая гибридизация невозможна в принципе: да, у шимпанзе и человека разное количество хромосом, чего Иванов не знал, — однако разница-то не больше, чем в хромосомном наборе лошади и зебры. Для гибрида в первом поколении не помеха, а возможность самостоятельного размножения, пожалуй, и нежелательна. Но все равно вряд ли армия обрадовалась бы, получив в свои ряды таких вот шимпанзоидов или тем паче гориллоидов, об орангутаноидах и речи нет. Пониженная способность к пехотным маршам, могучие ручищи, имбецильно-инфантильный склад ума, высокая эмоциональность при слабой, по сравнению с человеческой, способности концентрировать внимание... Короче говоря, гипотетический гориллоид обладает одновременно всеми недостатками необученного салабона и неуправляемого дембеля. Уж они бы навоевали: такие солдатики — кошмар не для врага, а для собственного командования!)

Вообще же трудно отделаться от мысли, что и доктор Сальватор из «Человека-амфибии» (правда, он хирург, а не селекционер), и булгаковские профессор Персикив с Преображенским охотно взяли бы за такую гибридизацию. Из научного интереса тоже, но если бы Филиппу Филипповичу Преображенскому в качестве дополнительного бонуса гарантировали окончательную неприкосновенность его семикомнатной квартиры — тут научный интерес запылал бы особенно ярким пламенем. Более того: за малую толику подобного приза и сам доктор Булгаков, судя по всему, не отказался бы поучаствовать в эксперименте...

Как бы там ни было, в 1930 году все опыты резко сворачиваются, а профессора Иванова обвиняют во вредительстве (нет, это не был «обезьяний процесс»: речь шла о будто бы умышленном срыве правительственной программы по улучшению пород крупного рогатого скота) и участии в контрреволюционной деятельности. Приговор он получает, по тогдашним нравам, довольно мягкий — пять лет ссылки. В начале 1932 года его не то чтобы реабилитируют, но выпускают на свободу: видимо, рассчитывая, как повелось в то время, привлечь к работе (интересно какой?) в закрытой «шарашке». Но потрясение оказалось слишком велико — и 20 марта 1932 года И.И. Иванов умирает от инсульта.

Что же послужило причиной закрытия обезьяньей программы? Причин могло быть несколько, и, скорее всего, они действовали все вместе. Тридцатые

годы, даже самое их начало, — это эпоха, когда начинаются гонения на сторонников «биологизаторского подхода», забывающих о «социальности». В ту пору и антропогенез у нас начинают изучать не по Дарвину, а по Энгельсу, и последние остатки авангардизма окончательно додоставляются вместе с педологией и евгеникой (генетика с кибернетикой на очереди!). На смену послереволюционному экспериментаторскому вольномыслию, временами бездушно-циничному, приходит тотальный консерватизм, тоже бездушный. А когда социум меняется столь резко, что даже на аборты, разводы или гражданский брак уже начинают посматривать нехорошо, — то какого отношения можно ожидать к идее скрещивания с обезьяной?

Заодно и «старых специалистов» начали прижимать. А может быть, просто «мавр сделал свое дело»: средства переведены на нужные счета, агентурная сеть налажена...

Или вдобавок к этим факторам (безусловно, главным) был найден другой объект, более подходящий, чем человекообразные обезьяны? И как раз к работе над ним планировалось привлечь Иванова, обломав ему самовольность, отучив от гласного обсуждения проблем с коллегами, особенно зарубежными, и посадив на «короткий поводок»?

Вот тут и настала пора содрогнуться криптозоологической ипостаси автора. Особенно если вспомнить массово расплодившиеся дебилы, иначе не назовешь, статейки, создатели которых, что-то краем уха услышав об ивановских экспериментах, с апломбом утверждают, будто «снежный человек» — гибрид между человеком и обезьяной, созданный в тайных лабораториях КГБ.

Это, конечно, бред. Но, суммируя протоколы очевидцев, опрошенных советскими криптозоологами еще в 1960-е годы, иногда наталкиваешься на воспоминания о доволнных эпизодах. И среди них действительно есть упоминания о поимке «объекта», о доставке его местному начальству — которое уже само извещает высшие инстанции, после чего распоряжается отправить пойманное существо «куда надо». Лишних вопросов, по тем временам, не задавали. Но иногда местным жителям, участвовавшим в поимке, выплачивалась премия (дважды удалось узнать ее размер: 500 рублей. Очень много по тем временам!). А это уже серьезно, едва ли не серьезней, чем все остальное: по какой графе проходили эти траты, из какого фонда выделялись, куда доставляли то, за что эти деньги выплачивались, и какова была его дальнейшая судьба?

Конечно, могли и не довести живым, могли, доведя, не суметь живым сохранить долго: это и с обезьянами непро-

сто! Могли утратить всю документацию вместе с «объектом»: такое случалось и в менее экстравагантных случаях, особенно если дело происходило непосредственно перед войной, да еще в тех самых краях (Кабардино-Балкария), которые война «накрыла» с головой. Воспоминания о поимке, зафиксированные криптозоологами из первых уст, относятся именно к этому пространству-времени, а отдельные сведения, будто бы указывающие на 1950-е годы и северные регионы, — это уже «второстепенности», коим по определению веры меньше...

Однако на этом Шахерезада прекращает дозволенные речи, чтобы не пытаться объяснять одно необъясненное явление через другое.

## **Зеброжирф, или В фантастику и обратно**

*...Из пятнистой от солнца тени на песчаную площадку выступил поразительный, совершенно невозможный зверь, состоящий как бы только из ног и шеи, остановился, повернул маленькую голову и взглянул на Гага огромными бархатистыми глазами.*

*— Колоссально... — прошептал Гага. Голос у него сорвался. — Великолепно сделано!*

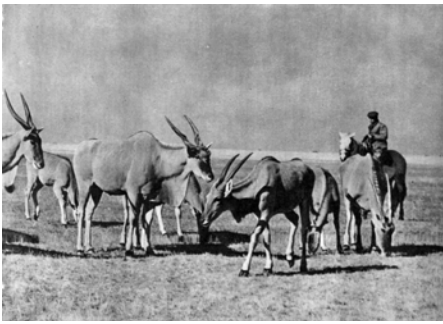
*— Зеброжирф, — непонятно и в то же время вроде бы и понятно, — пояснил Корней.*

А. и Б. Стругацкие.  
Парень из преисподней

Давайте теперь вспомним эпиграф к статье «Зеброид для Красной армии» (2012, № 4), с которой был начат наш цикл. В нем говорилось о смятенных чувствах белогвардейцев, которые летом 1920 года сперва увидели скачущих по украинской степи зебр (точно) и жирафов (будто бы) — и лишь потом осознали, что находятся на территории Аскании-Нова. Текст того эпиграфа представлял собой почти дословную цитату из мемуаров генерала Туркула «Дроздовцы в огне», но взят был не непосредственно оттуда, а из книги Андрея Валентинова «Флегетон».

Данная история имеет неожиданное продолжение. Писатель Андрей Валентинов, он же историк Андрей Шмалько, поведал в личной беседе автору этих строк, как в эпоху своего пионерского детства ездил с классом на экскурсию в заповедник Аскания-Нова. Сотрудник заповедника, подведя пионеров к одному из вольеров, продемонстрировал им существо, будто бы являющееся подлинным триумфом мичуринской биологии (тогда, на самом рубеже 60-х и 70-х годов, такая терминология





*Асканийские канны:  
на полпути к домашним животным*

еще употреблялась, хотя имя Лысенко уже не в ходу). Это был — опять же по утверждению экскурсовода — гибрид между зеброй и... домашней коровой.

Детская память цепка, поэтому Андрею внешность «гибрида» запомнилась: стройное животное с короткими прямыми рогами, рыжеватой масти, ростом с небольшую корову. И — со слабо намеченными, но несомненными полосками на боках.

Помесь зебры с коровой (равно как и с жирафом) невозможна: это был бы даже не межродовой, а межотрядный гибрид. Так что остается попытаться вычислить, кого именно экскурсовод выдавал за «триумф мичуринской биологии».

Строго говоря, вариантов немного. Во-первых, конечно, антилопа канна. Далеко не все представители этого вида могут похвастаться «классической» длиннорогостью, огромным ростом, хорошо заметным пучком длинной шерсти на лбу и ярко-рыжим окрасом, на фоне

*Доставка новой партии канн в советскую Асканию. От железной дороги их везут на воловых упряжках — гужевого транспорта актуален даже на рубеже 1930-х! Если бы одомашнивание оказалось более глубоким, канны, возможно, сами могли бы в таких упряжках ходить...*



которого у взрослой антилопы становятся совершенно неразличимыми «юношеские» полосы. Многие из канн, особенно некрупные самки, на всю жизнь сохраняют остатки полосатости, да и рога у них бывают достаточно коротки.

С каннами И.И.Иванов и его ученики тоже работали активно, пытаясь их не только одомашнить, но и гибридизировать с крупным рогатым скотом. Через несколько лет после смерти профессора ученики даже отчитались об успешной «каннобычизации», достигнутой передовыми методами искусственного осеменения, но это как раз один из тех случаев, когда официальным отчетам верить не приходится. В послевоенное время разговоры о «желательности» канно-бычьей помеси продолжали вестись, однако о том, что она будто бы уже была получена, говорить все-таки избегали.

Канну, чистокровную или гибридную, в кавалерию никто ставить не собирался. Тем не менее была надежда превратить ее в домашнее животное с не только мясомолочной, но и упряжной

*Нильгау: еще один несостоявшийся доместификат*



  
**ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ**

специальностью — благо она гораздо резвее тягловых быков; а гужевого транспорт сохранял значение и до войны, и во время. Далеко в этом направлении асканийские селекционеры все же не продвинулись: слишком очевиден был неустрашимый «огрех» этой африканской антилопы — слабая морозоустойчивость. Вот если бы каннам действительно удалось прилить толику пускай не ячьей, но бычьей крови...

Второй вариант «зеброкоровы» — антилопа уже не африканская, а индийская: нильгау. Рога и телосложение у нильгау вполне под стать; самцы, правда, грифельно-серой масти, а вот самки рыжеватые. Настоящая полосатость им не свойственна, но легкий намек на нее иногда можно усмотреть.

С нильгау асканийцы тоже работали издавна, рассчитывая превратить их в домашних животных. Основным лимитирующим фактором и тут стала теплолюбивость. Любопытно, что, как и в случае с канной, мороз бил прежде всего не по телу, но по глазам, причём опосредованно: длинные «газельи» ресницы склонны смерзаться — и даже идеально прирученные антилопы, настигнутые приступом «зимней слепоты», моментально начинали бесноваться, как дикие звери.

С зебрами их, разумеется, не скрещивали, а вот создать гибрид с коровой надежда была, тем более что в 1930-х годах нильгау считались гораздо более близкими родственниками группы бычьих, чем канны (из современной систематики этого не следует). Тогда же почему-то имела место попытка скрещивания нильгау с черной саблерогой антилопой и с ориксом; тот и другой вид попадал в Асканию лишь эпизодически. Не совсем понятно, каков был ее научный или хозяйственный смысл (возможно, селекционеры позарились на выносливость и неприхотливость этих саванновых видов), но в любом случае попытки не увенчались успехом.

Как бы там ни было, ясно одно: наш советский научный сотрудник, продемонстрировавший нашим советским школьникам «зеброкорову», по каким-то причинам решил их разыграть. Шутка, впрочем, получилась довольно странная.



*За неимением межвидового гибрида роль «разведывательного беспилотника» приходится исполнять обычному голубю*

Этот случай может послужить предостережением и читателям, слишком увлекающимся поиском тайн: мы, конечно, имеем право не верить официально опубликованным документам — но опровергающим их слухам верить тоже следует с оглядкой. Почему-то для большинства скептиков этот подход непривычен. Но вот живой пример: не

*Впрочем, и традиционная голубиная почта находит нишу даже в самых технологических секторах Второй мировой...*



просто слух, а сообщение очевидца, подкрепленное описанием и ссылкой на авторитетный (для юного пионера) источник... Однако этот «источник», как выясняется, то ли пошутил, то ли умышленно солгал экскурсантам, причем без видимой пользы для себя, просто «из любви к искусству».

А произошло это за считанные годы до того, как у Стругацких созрел замысел «Парня из преисподней». Если кто-то из братьев бывал в Аскании, если тот «шутник» еще продолжал водить экскурсии, если он разыгрывал и взрослых туристов тоже — то вполне можно допустить, что фигура «зеброкорова» повлияла на образ зеброжирфа...

Продолжим перечень «невозможностей», регулярно приписываемых Аскании. В популярных изданиях иногда приходится читать, будто все тот же И.И.Иванов (на его счету, кроме зебридов, еще и создание первых зубробизонов — плюс великое множество чисто сельскохозяйственных скрещиваний) ухитрился создать гибрид быка и оленихи, а также быка и серны. Это почти столь же нелепо, как зеброкорова, но тем не менее оленибыки и сернобыки в довоенных асканийских публикациях фигурируют часто. Вот только это не гибриды. Оленибык — устаревшее обиходное название все той же канны, сернобык — орикса.

Эпизодически в официальные отчеты довоенной поры попадали и еще кое-какие «виртуальные» гибриды: козлобараны, зайцекролики... Никто из них, даже существуя они в действительности, не имел стратегического (да хоть бы и тактического) военного значения — но ведь Аскания-Нова все-таки работала не только на нужды армии.

А вот один из несостоявшихся гибридов, который как раз мог бы поработать «на оборону», все же назовем. Это помесь между обычным почтовым голубем и диким вяхирем. Ее пытались получить честно, без подтасовок — и не преуспели, о чем отчитались опять-таки честно. Бывало и такое, даже в самые лысенковские годы.



Если бы преуспели, то птица получилась бы более высокоскоростной, дальнелетной и крупной, чем обычные почтари. Цеплять на голубей автоматические фотокамеры, превращая птиц в своеобразный аналог разведывательного беспилотника, начали очень давно: во время даже не Второй, но Первой мировой войны. Для стандартного голубя самые компактные из тогдашних камер были грузом в общем-то подъемным, но те, которые имели неплохую оптику, уверенно работающую автоматику и минимально достаточный запас пленки, оказывались хотя и подъемными, но буквально на самом пределе. В военно-полевых условиях их вес старались не выводить за пределы 70 г, при этом запас пленки был поистине минимальным (голубь ведь не выбирает наиболее перспективные для съемки объекты, так что приходится полагаться на случайность), дистанция полета не более 100 км в хорошую погоду (а обученному голубю-почтарю и в прескверную погоду свыше 500 км бывает по силам), высота же опасно невелика (считанные десятки метров).

Так что польза пернатых беспилотников для разведки оказалась достаточно умеренной — а вот гибрид пришелся бы в высшей степени ко двору. Да и улучшенный вариант «просто» почтового голубя — отнюдь не бесполезное существо для войны. Даже в десятилетия телефона и радио.

P.S.

А вот если бы почтовых голубей скрестили не с вяхирями, но с попугаями — гибрид вместо того, чтобы нести на себе записку, мог заучить ее содержимое наизусть и потом воспроизвести адресату. Правда, сохранение секретности гарантировать было бы куда труднее.

P.P.S.

В районном городке Каменск-Уральский, что под Екатеринбургом, есть свой «зеброжирф»: такое название у местных жителей носит невероятно уродливая статуя лося на берегу реки Исеть. Молодежь постоянно раскрашивает его в полоску, а городские власти с переменным успехом возвращают скульптуре исконный цвет ржавого железа. Но водружен этот «зеброжирф» лет через десять после опубликования повести братьев Стругацких. Да и вообще о лосях — в следующей статье.





# Московский Дом Книги

## СЕТЬ МАГАЗИНОВ

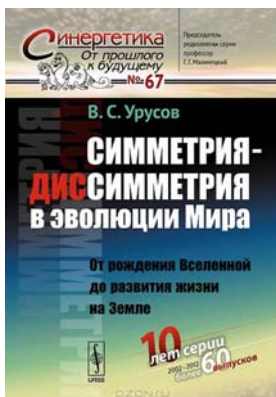


КНИГИ

**Вадим Урусов**

Симметрия-диссимметрия  
в эволюции Мира: от рождения  
Вселенной до развития жизни  
на Земле  
КД Либроком, 2013

**Е**дина концепция симметрии-диссимметрии рассмотрена в ее историческом развитии, от пионерских работ Луи Пастера и Пьера Кюри до современного состояния этой важнейшей основы естествознания. Особенно подчеркнута огромная роль, которую придавал этой теории выдающийся естествоиспытатель и мыслитель В.И.Вернадский, 150-летний юбилей которого будет по решению ЮНЕСКО отмечать мировая общность в 2013 году.



**Владимир Соболев**

Нести священное бремя  
прошедшего... Российская  
академия наук.  
Национальное культурное  
и научное наследие.  
1880—1930 гг.  
Нестор-История, 2012

**К**нига рассказывает о роли и месте Академии наук в общественной и культурной жизни России с 1880 по 1930 год. Автор описывает наиболее важные и традиционные формы академической деятельности, такие, как издательская работа, участие в сохранении памятников истории и культуры, пропаганда научных знаний и др.



**Павел Федоров**

Архаическое мышление:  
вчера, сегодня, завтра  
КД Либроком, 2013

**В**XX веке после многих этнографических исследований был поставлен вопрос об особом архаическом мышлении: дикарь не глупее цивилизованного человека, но мыслит по-другому, в первую очередь он не замечает противоречий и не стремится их устранить. Тем не менее в архаический период были сделаны открытия и изобретения (огонь, колесо, сверло, земледелие и скотоводство, ткачество, керамика, металлургия), составляющие основу современной цивилизации. В книге проанализированы особенности этого метода мышления (в том числе на примерах Джордано Бруно, Леонардо да Винчи и др.), показаны возможности и продуктивность использования некоторых его черт. Архаическое мышление диалектично, и в этом его сила.



**В. И. Ферронский,  
С. В. Ферронский**

Происхождение и эволюция  
Солнечной системы: решение  
задачи об образовании и распаде  
иерархической системы  
небесных тел на основах  
динамического равновесия  
Научный мир, 2012

**П**ри анализе орбитального движения Земли, Луны, а также других планет и их спутников обнаружен общий для всех тел Солнечной системы динамический эффект. Оказалось, что все планеты и их спутники движутся по своим орбитам с первой космической скоростью своих прародителей. Орбитальное движение планет происходит с первой космической скоростью Протосолнца, радиус которого был равен большой полуоси современной орбиты каждой планеты. Спутники всех планет имеют среднюю орбитальную скорость, равную первой космической скорости соответствующей протопланеты с радиусом, равным большой полуоси современной орбиты каждого спутника. Этот вывод подтверждают астрономические данные и теоретические решения задачи на основе динамики Якоби. Найденный эффект раскрывает природу законов Кеплера и природу силы гравитации, которую искал Ньютон при решении его задачи.



**Норман Дойдж**

Пластичность мозга:  
Потрясающие факты о том,  
как мысли способны менять  
структуру и функции нашего мозга  
Научный мир, 2012

**П**редставление о том, что мысли способны менять структуру и функции мозга даже в пожилом возрасте, — важнейшее достижение в области неврологии за последние четыре столетия. Норман Дойдж рассказывает о блестящих ученых, развивающих пока еще новую науку о нейропластичности, и о поразительных успехах людей, жизнь которых они изменили. В книге есть примеры выздоровления пациентов, перенесших инсульт; описаны случаи, когда половина мозга перепрограммирует себя для выполнения функций отсутствующей половины, истории о людях, которые преодолели необучаемость и эмоциональные нарушения, повысили уровень интеллекта или восстановили свой стареющий мозг.

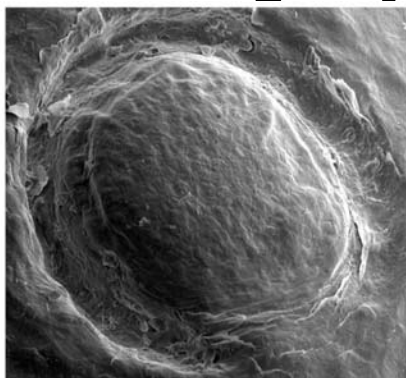


**Эти книги можно приобрести  
в Московском доме книги.  
Адрес: Москва, Новый Арбат, 8,  
тел. (495) 789-35-91  
Интернет-магазин: [www.mdk-arbat.ru](http://www.mdk-arbat.ru)**

# Чувствительные существа



а



б



в

Так выглядят головы молодого аллигатора (а) и нильского крокодила (б) при электронном сканировании. Они густо усыпаны пятнышками ПСО, которые представляют собой округлые возвышения, окруженные «канавкой» (вв)

**К**рокодил — чудовище с могучими челюстями и прочнейшей шкурой, укрепленной роговыми щитками. Но эта пасть и эта шкура снабжены чувствительными органами, реагирующими на легчайшее прикосновение.

На теле крокодила отчетливо видны крошечные пигментированные бугорки — покровные сенсорные органы (ПСО). У аллигаторов и кайманов (*Alligator* и *Caiman*) их обнаружили только на голове, преимущественно на челюстях, а у настоящих крокодилов, гавиалов и ложного гавиала (*Crocodylus*, *Gavialis* и *Tomistoma*) ПСО рассыпаны по всему телу. Эта особенность позволяет уточнить, из чьей кожи сделаны портфель или ботинки. Однако функция этих пупырышков долгое время оставалась неясной. Специалисты не сомневались, что это рецепторы, вопрос заключался лишь в том, на какие именно раздражители они реагируют.

Разумеется, предположения были. Многие биологи считали, что это механорецепторы, которые улавливают волны на поверхности воды, не исключали даже, что ПСО служат для восприятия звуковых сигналов, издаваемых в воде крокодилами, то есть для внутривидовой коммуникации. Другая гипотеза отводила ПСО роль рецепторов, реагирующих на изменение осмотического давления соленой воды. Полагали также, что рецепторы на морде содействуют брачному поведению, поскольку крокодилы перед спариванием трутся друг о друга головами, или помогают самке

улавливать изменения температуры гнезда — аллигаторы ворошат его время от времени. Высказывались мнения, что ПСО обнаруживают электрические или магнитные поля или выделяют маслянистое вещество, возможно производное бета-кератина, которое смазывает и очищает крокодиловую кожу. Это предположение основано на наблюдении, что грязь почти не прилипает к морде рептилии и стекает с нее.

Разобраться наконец с функциями ПСО решили доктор Дункан Лейч и профессор Кеннет Катанья из Университета Вандербильта (Нэшвилл, США). Ученые доказали, что ПСО составляют часть разветвленной системы механорецепции, предназначенной для регуляции поведения крокодилов в воде («The Journal of Experimental Biology», 2012, 215, 4217—4230; doi: 10.1242/jeb.076836). Исследователи работали с четырьмя нильскими крокодилами миссисипскими аллигаторами *Alligator mississippiensis*. Рептилии были молодые, от только что вылупившихся до

трехлетних, длиной от 15 до 92 см и весом от 30 г до 3,2 кг.

Прежде всего ученые исследовали распределение ПСО на теле крокодилов. У каждого аллигатора, от годовалого до трехлетнего, на голове оказалось около 4200 ПСО, у нильских крокодилов в этой области 2800—3000 бугорков. Размеры у ПСО разные. На челюстях около рта и между зубами это маленькие точки диаметром 0,2 мм, ближе к основанию челюстей бугорки больше — 1,2 мм. Максимальная концентрация ПСО у крокодилов и аллигаторов между зубами: по две штуки на квадратный миллиметр на пятнадцатисантиметровой голове. Много пупырышков на верхнем небе, на конце нижней челюсти, у ноздрей и вокруг глаз. У основания нижней челюсти рецепторов меньше, расстояние между ними может достигать 5 мм. У нильских крокодилов ПСО находятся не только на голове, они распределены по всему телу, хотя не так плотно, даже на бронированном загривке и спине рептилии. Всего их около девяти тысяч (вместе с теми, которые на голове).

Исследователи микроскопировали отдельные ПСО и серию срезов одного сенсорного органа. При большом увеличении он выглядит как бугорок, окруженный небольшим валиком. ПСО покрыт ороговевшим слоем эпидермиса, и под этим куполом находятся множество нервных окончаний, осязательные клетки Меркеля и меланоциты, которые обеспечивают пигментацию.



Плотность ПСО на голове молодого миссисипского аллигатора — чем дальше от пасти, тем реже встречаются рецепторы

Иными словами, ПСО имеют структуру, характерную для механорецепторов. Все аксоны, а их огромное количество, ведут к тройничному нерву. У людей этот нерв обеспечивает чувствительность лица и челюстей. У крокодилов две ветви тройничного нерва иннервируют нижнюю и верхнюю челюсти, еще одна ветвь идет к глазам, но там аксонов на порядок меньше, чем на челюстях. Многочисленные ответвления нерва проходят через отверстия в челюстных костях. Вероятно, кости и кератиновые бугорки защищают нежные окончания тройничного нерва от возможных повреждений, ведь крокодилы ведут довольно бурную жизнь.

На какие же сигналы реагируют эти многочисленные рецепторы? На чувствительность к магнитным полям их не испытывали, поскольку обычно восприимчивые животные имеют сенсоры к магнитному полю внутри тела, а не на поверхности. А вот реакцию на соленую воду или слабое электрическое поле у крокодилов проверили — и никакой электрической активности нерва при этом не зафиксировали. Зато ПСО воспринимают давление и вибрацию, причем влажные рецепторы чувствительнее сухих. Самые чувствительные ПСО между зубами и на краю нижней челюсти воспринимают надавливание с силой 0,078 мН — кончик человеческого пальца не ощутит такого легкого прикосновения. На самые «грубые» ПСО надо нажимать с силой более 13 мН. Высокочувствительные ПСО реагируют на прикосновение практически мгновенно. В воде они лучше всего воспринимают низкочастотные колебания 10—35 Гц, на более высокие частоты реагируют хуже. Но именно с частотой 20—30 Гц расходятся волны от упавшего в воду предмета.

Исследователи наблюдали, как молодые крокодилы ловят в аквариуме живую добычу или хватают корм. Когда за спиной крокодилика бросают в воду кусочек сухого корма, он мгновенно поворачивается в нужную сторону. Видеть, как падает лакомство, рептилии не могут, тем более что при ярком свете они часто закрывают глаза. пойманный кусочек потом непременно переориентируют таким образом,

чтобы он соприкасался с чувствительными зонами челюстей. Контакт продолжается всего 50—70 мс. При этом челюсти и пища находятся под водой, а глаза над водой, то есть крокодил обходится без помощи зрения.

Но быть может, он все-таки подсматривает или подслушивает? Зрение и слух у крокодилов хорошие. Рептилии наблюдали и в темноте, при инфракрасном свете и звуковых помехах — непрерывный белый шум не позволяет услышать всплеск. Но и в таких условиях и крокодилы, и аллигаторы прекрасно ориентируются. За три-четыре секунды рептилия находит лакомство, примерно 200 мс тестирует его чувствительным концом морды, затем начинает заглатывать. Если кусок несъедобный, крокодилы его выталкивают. В темноте рептилии чувствуют проплывающую рыбу и ныряют за ней в правильном направлении.

У позвоночных лучше всего иннервованы участки кожи, важные для поведения: клюв утконоса, передние лапы енота, губы и кончик языка у человека. Судя по тому, что у крокодилов ПСО, причем самые чувствительные, гуще всего расположены в ротовой полости, пасть выполняет жизненно важные функции, они ею не только едят. Вряд ли рецепторы в полости рта нужны для восприятия волн, расходящихся по поверхности воды, для этого достаточно сенсорных органов на наружных покровах. Исследователи полагают, что ПСО служат не только для ориентации и ловли добычи, но и для определения ее качества. Водоемы бывают заросшие, замусоренные, с мутной водой, что только в них не падает. С помощью ПСО крокодилы и аллигаторы могут разбирать, что они сцапали, и манипулировать объектами во рту. Поэтому схваченный по ошибке кусок растения они не проглотят. Известно также, что матери-крокодилицы караулят свою кладку и помогают вылупляющимся детенышам выбраться из яйца, причем снимают скорлупу зубами и берут малышей в рот, не причиняя им ни малейшего



*Передние лапы аллигатора и нильского крокодила. На них тоже есть ПСО. На рисунке выделены чувствительные зоны. Особенно чувствительны четвертый и пятый пальцы — самые изящные*



## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

вреда. Прodelать это без хорошей тактильной чувствительности невозможно.

Однако не только пасть у крокодилов восприимчива к давлению. Ученые обнаружили ПСО на лапах крокодилов и аллигаторов. Они не столь чувствительны, как на морде, тем не менее самые «чуткие» реагируют на нажатие с силой 0,392 мН. Расположены эти рецепторы на концах четвертого и пятого пальцев передних лап. На этих пальцах, в отличие от первых трех, нет когтей, они изящнее и меньше. Некоторые специалисты полагают, что у четвертого и пятого пальцев особая тактильная функция — ими рептилии ощупывают добычу в воде. Когда кайман ловит рыбу, он зависает в воде в позе креста, приоткрыв пасть и расставив передние лапы, и хватает добычу, если рыба наткнется на его пальцы. Чем дальше от пальцев, тем ниже чувствительность ПСО. На задних лапах у крокодилов тоже есть сенсорные органы, самые восприимчивые опять-таки на пальцах. На соленую воду и электрическое поле ПСО лап не реагируют.

Исследователи полагают, что ПСО в небольших количествах могут присутствовать на тех участках тела, которым требуется чувствительность. Почему у крокодилов и гавиалов они рассеяны по всему телу, а у аллигаторов — нет, еще предстоит выяснить. Предназначены ПСО для использования в воде. Воспринимая колебания 20—35 Гц, они удачно дополняют диапазон слуховой чувствительности крокодилов (100—4000 Гц.) Еще в 2002 году исследователи обнаружили, что, находясь в воде, аллигаторы в темноте и при шумовых помехах мгновенно реагируют на падение одной капли.

Так что крокодилы — нежные и заботливые родители, удачливые хищники и разборчивые едоки, и все благодаря чувствительным покровным органам. Кто бы мог подумать — при такой-то шкуре!

**Н. Анина**

# Сорок дней

Доктор  
химических наук  
**В.Б.Акопян**

*Сороковому дню  
после конца света  
посвящается.*

Почему «бабий век — сорок лет», если женщины живут дольше мужчин и способны рожать даже после 60 лет? Почему классическая банда — «сорок разбойников»? Почему многоножку называют сороконожкой, хотя ног совсем не сорок?

Сорок лет блуждали евреи в пустыне; сорок лет царствовали Давид и Соломон. Магомет был призван в сорок лет. В том же возрасте Пифагор, по легенде, открыл свою школу. Многие храмы древности имели по сорок колонн. Четыре десятка («четыредесять», как тогда говорили) шкурок черных соболей, которых хватало, чтобы сшить шубу, складывали в мешок, и от этого старинного названия мешка (сорок, сорочка) и пошло русское название числительного 40.

Люди научились считать, как только возникла потребность оценивать и фиксировать количество каких-либо предметов. Очевидно, первой «цифрой» была просто черточка, которая соответствовала одному предмету, одному человеку или животному. Сколько предметов, столько и черточек. Такой, наверное, была первая система счисления — единичная. Эта система проста, но чрезвычайно громоздка и чревата ошибками. В ней все цифры-черточки одинаковы, и легко случайно добавить или пропустить одну из них.

Значительно облегчили первобытную «арифметику» природные калькуляторы, в качестве которых использовали руки или даже все четыре конечности. Римская система счисления возникла на основе счета пальцев на одной руке. Возникновение современной десятичной системы счисления, как полагают, связано со счетом на пальцах двух рук. Двенадцатеричная построена на количестве фаланг указательного, среднего, безымянного пальцев и на мизинце (большим пальцем считали). Нередко и сегодня столовые приборы, стулья, устриц, например, мы считаем дюжинами.



Художник А.Анно

Двадцатеричная система использовала пальцы не только рук, но и ног. Шестидесятеричная система была создана еще в Древнем Вавилоне и до сих пор используется для деления часов на 60 минут, а минут — на столько же секунд. Возможно, вначале она была шестеричной, и в основу этой системы положили количество пальцев на руках или ногах какого-либо властителя или божества тех времен. Этот феномен и сегодня нередко встречается и может передаваться по наследству. Инквизиция охотилась на шестипалых, и в Европе такие люди были практически истреблены, а в России, по некоторым сведениям, встречались целые деревни шестипалых людей. В Индии шестипалых людей так много, что этот признак официально включен в ряд особых примет. Шестипалыми, по слухам, были папа римский Сикст II, королева Англии Анна Бойлейн и многие другие.

Двадцатеричная система была широко распространена в древности, и, по всей видимости, «сорок», число пальцев не у одного, а у двух человек, поначалу ассоциировалось с ощущением или понятием «слишком много». Так, при средней продолжительности жизни жителей Древнего Египта примерно в 23 года, а во времена Римской империи — 32,2 года сорокалетних чтили как умудренных жизненным опытом старцев.

Научившись считать и наблюдать, жители Древнего Вавилона заметили, что созвездие Плеяд ежегодно на 40 дней исчезает с небосвода, и как раз в эти 40 дней чаще всего льет дождь, случаются бури и наводнения. (Не отсюда ли миф о сорокадневном дожде, ставшем причиной Всемирного потопа?) Возвращение Плеяд на небосвод встречали ликованием и сжигали пучки из сорока тростинок. Этот праздник стали праздновать и соседи вавилонян (кто же праздников не любит?).

В христианстве сорок дней продолжается Великий пост. Сорок дней от Пасхи до Вознесения — период неприкосновенности и время права на убежище. В Ветхом Завете сорок дней провел Моисей на Синае; Коран читают каждые сорок дней...

Наконец, согласно христианской традиции, мы окончательно прощаемся с умершим близким человеком на сороковой день после его смерти. Почему и здесь именно сорок? В данном случае меня интересует рациональное объяснение.

«Consuetudo est altera natura». Так Цицерон сформулировал то, что и задолго до него все знали: животные ко всему привыкают. Но многие ли скажут, сколько времени нужно человеку, чтобы привыкнуть к чему-то? А животным?



Живые системы способны реагировать на изменения окружающей среды, меняя свои параметры так, чтобы процессы, протекающие в организме, всегда были по возможности оптимальными. На регулярно повторяющиеся воздействия в организме со временем вырабатываются стандартные программы реагирования, а самые важные закрепляются генетически (животные к зиме меняют шубу). Однако на все случаи жизни стандартные программы не наготовишь, особенно для ситуаций, которые возникают достаточно редко (землетрясения, пожары) или создаются искусственно (воздействие электрическим током, ультразвуком и т. п.). В этом случае в организме срабатывает универсальная аварийная программа всеобщей мобилизации и включаются все защитные механизмы. Иначе говоря, организм на всякий случай воспринимает незнакомые воздействия как стресс, как сигнал возможной опасности в будущем.

Микробы, вирусы, яды, высокая или низкая температура окружающей среды, травма, а также несчастье, грубое слово, незаслуженная обида, внезапное препятствие нашим действиям или стремлениям — все это может вызвать стресс. При этом реакция живой системы зависит не только от природы стрессового фактора, но и от способности живой системы оценить возможные угрозы и опасные последствия сложившейся ситуации.

Другая часть программ реагирования вырабатывается организмом в процессе обучения — привыкания к чему-то новому, повторяющемуся достаточно часто. Трудно сказать, зависит ли скорость привыкания от интенсивности обмена веществ в организме животного, продолжительности его жизни или от каких-либо других причин. Комары, например, уже через полчаса перестают реагировать на акустический репеллент — карманный излучатель ультразвука. А изгнанные ультразвуковыми отпугивателями крысы в среднем через две недели возвращаются на обжитые места.

Кошки, давно живущие в квартире, обычно встречают новую соплеменницу с недоверием и агрессией, однако уже примерно через месяц спят рядом, вылизывают друг друга и вместе играют.

Можно связать длительность привыкания животных к изменившимся условиям обитания с их размерами, если использовать предположения П.К.Анохина и его последователей. Они сформулированы в рамках теории функциональных систем о регуляции внутри организма и связи с внешней средой, определяющих оптимальный уровень метаболизма в организме.

Функциональные системы универсальны для биообъектов всех размеров. Однако реакция этих систем, требующая энергетических затрат, связана с

количеством энергии, вырабатываемой организмом в единицу времени на единицу массы его тела. Чем меньше животное, тем интенсивнее его метаболизм и теплообмен, поскольку удельная доля поверхности велика, тем быстрее реакция регуляторных механизмов, тем меньше инерционность его систем, а значит, короче период адаптации (привыкания).

Человеку для привыкания к незнакомому воздействию, к новым условиям обитания необходимо в среднем около 40 дней. Кстати, столько же времени требуется и пороссятам, чтобы перестать реагировать на приклеенный к их спинкам магнитный стимулятор, ускоряющий рост и развитие.

Дети привыкают к детскому саду от двух-трех недель до двух месяцев. Адаптация ребенка к школе длится приблизительно пять-шесть недель.

Психологи утверждают, что при трудоустройстве человек испытывает сильный стресс, связанный с неизвестностью («как меня примут?») и неуверенностью в способности справиться с поставленной задачей. Продолжительность адаптации персонала среднего звена в среднем три-четыре недели, руководителей этого уровня — до восьми недель.

Значительные временные сдвиги, например при перелетах из Москвы во Владивосток или в Америку, выбивают человека из колеи хорошего самочувствия на 30—60 суток. Хотя уже через несколько дней человек как будто привыкает к новому времени и чувствует себя относительно неплохо, дается это ценой избыточного внутреннего напряжения.

При добровольной длительной изоляции человека в пещере у него меняется частота дыхания, нарушаются биологические ритмы. После подземной экспедиции эти параметры медленно возвращаются к норме — в течение трех—пяти месяцев.

Психологи рекомендуют экипажам подводных лодок через 35—45 дней похода воздерживаться от бурного проявления эмоций, так как этот период в стрессовой ситуации является кризисным для человеческой психики.

Сразу после возвращения на Землю космонавтам обычно предстоит посплолетная реабилитация, минимум трехнедельная. И это процесс, как отметил космонавт Сергей Крикалев, не очень простой.

Вот и получается, что для взрослых и детей, спелеологов и космонавтов время привыкания к изменившимся внешним условиям варьирует от нескольких недель до нескольких месяцев, а в среднем составляет примерно сорок дней. Возможно, поэтому цифра сорок приобрела особый смысл.

Не здесь ли рациональные корни народных традиций на сороковой день окончательно простаться с близким умершим человеком или отмечать сороковой день после рождения ребенка? Примерно столько же дней приходится на медовый месяц, а слово «карантин» переводится с французского как «около сорока».

И ведь неспроста французы говорят: «A force de dire à un homme pendant quarante jours qu'il était fou, on l'a rendu fou». («Твердите сорок дней кому-либо, что он дурак, и он им станет»).

Пора остановиться. И без того уже говорил сорок сороков небылиц. Иначе кто-нибудь из читателей обязательно вспомнит известную поговорку: «Один дурак бросил камень в колодец, сорок умных не смогли вынуть»



# Шаурма

**Что за блюдо — шаурма?** Шаурма — это маринованное мясо, жаренное на вертикальном гриле. Когда верхний слой мяса подрумянится, его срезают тонкими полосками, режут на мелкие кусочки и упаковывают в питу или лаваш вместе с кисловатыми овощами и пряным соусом. Блюдо это изначально ближневосточное, но постепенно оно завоевало всемирную популярность, и практически в любом европейском или американском городе можно встретить палатку с шаурмой. Один из секретов популярности шаурмы заключается в том, что она сочетает преимущества фаст-фуда и хорошей кухни. Заказанной порции приходится дожидаться всего несколько минут, а съесть ее можно даже на ходу, не запачкав рук. При этом шаурма — блюдо из натуральных свежих продуктов, которое готовят на глазах у клиента, что выгодно отличает его от котлеты неясного состава, слепленной в фабричных дебрях и разогретой в микроволновке.

Обычно рассказ о шаурме начинают с длинного перечня ее названий, принятых в разных странах: шаверма, донер, денер-кебаб... Соответственно много и рецептов. Для мясной начинки берут баранину или курицу, иногда телятину, говядину — крайне редко. К мясу добавляют лук, чеснок, огурцы, петрушку, укроп или капусту, можно еще использовать маринованную репу или корнишоны. Со временем в число компонентов традиционного арабского блюда вошли индюшатина и помидоры. Соус к шаурме подают кисло-молочный либо томатный. Хлеб тоже может быть разным. В некоторых странах для шаурмы используют булочки для хот-догов или французский багет. В Египте, например, популярны маленькие булочки, в которые кладут гораздо больше мяса, чем овощей. Иногда обжаренное на вертикальном гриле мясо просто добавляют в рис, сдобренный чесночным соусом и приготовленными на гриле овощами, или используют как начинку для пирога. В общем, вариантов много.

**Несколько слов о соусах и специях.** Многие традиционные соусы для шаурмы готовят на основе йогурта или кефира и тахини (густой пасты из протертого кунжута), прочие специи по вкусу. Майонезный соус с чесноком прекрасно подойдет к мясу цыпленка. В Израиле шаурму готовят без молочных компонентов, поскольку по требованиям кашрута молочная кухня должна быть отделена от мясной. В этом случае блюдо сдабривают хумусом — соусом из нутового пюре, в состав которого обычно входят оливковое масло, чеснок, лимонный сок, кунжут и паприка. Есть еще амба (маринованное манго с перцем чили), соус из граната, винный уксус с кардамоном, корицей и мускатным орехом.

Что касается специй и пряностей, то в шаурму непременно добавляют кунжут, всевозможные молотые перцы, сушеный чеснок и мускатный орех.

**Гирс.** Нередко к шаурме-шаверме-кебабу причисляют еще и гирс — греческий вариант этого блюда. Однако специалисты решительно возражают. В гирс кладут другие специи, а главное — другое мясо. В Греции и на Кипре используют или смесь говядины и баранины, или свинину, которая в Израиле и мусульманских странах исключается.

Свинину маринуют с луком, чесноком и оливковым маслом. В качестве овощей добавляют помидоры и жареную картошку

Классический гирс заправляют соусом дзадзики — йогуртом из овечьего или козьего молока с мелко порезанными огурцами, чесноком, солью, оливковым маслом и лимонным соком, мятой, петрушкой или укропом. Иногда блюдо делают с курицей, для него используют соус из майонеза с корицей.

Классическая смесь специй для гирса состоит из соли, сладкого перца, жгучего красного перца, перцев белого и черного, высушенных и размолотых в порошок петрушки чеснока и майорана. В этот базовый комплект добавляют буквально по щепотке корицы, мускатного ореха, тмина, аниса, кориандра, фенхеля и душистого перца. Вертел с мясом ночь стоит в холодильнике, так что мясо пропитывается специями и луковым ароматом.

**Ода вертикальному вертелу.** Обжаривание мяса на вертикальном вертеле — основная особенность приготовления шаурмы и гирса. Именно по этой конструкции





мы узнаем палатку с шаурмой. Раньше вертел крутился перед живым огнем, но сейчас используют электрический или газовый гриль.

Насадить мясо на вертел — большое искусство. В основание мясной башни укладывают самые крупные куски, следующий слой кладут крест-накрест. Иногда, если мясо суховато, между его слоями вкрапляют кусочки жира. Слои укладывают очень плотно, и не обязательно, чтобы на вертел был нанизан каждый кусок. При этом конструкцию нужно хорошо отцентрировать. На верхушку мясной пирамиды иногда насаживают луковичу, помидор или половину лимона для придания дополнительного аромата.

Готовый вертел устанавливают перед нагревательным элементом, и он медленно вращается. Скорость приготовления мяса зависит от силы огня и расстояния от очага, которые можно менять в зависимости от того, много ли клиентов. Мясо-то нужно свежесрезанное, причем не сырое и не подгоревшее.

При нагревании жир вытапливается из мяса и стекает вниз. Поскольку гриль вертикальный, верхняя часть мясного конуса достаточно сухая, а нижняя постоянно орошается жиром и потому поджаристая. Для порции шаурмы мясо срезают полосой сверху донизу, так что кусочки имеют разный вкус и консистенцию. Богатство ощущений едоку гарантировано. Впрочем, повара тщательно следят, чтобы мясо не пересохло. В случае чего конус дополнительно смазывают жиром, а кусочки обмакивают в насыщенный специями горячий жир, который скапливается в поддоне под вертелом. Иногда в него макают готовую шаруму и подсушивают у очага.

Мясной конус большой, срезают с него понемногу, мясо на вертеле крутится целый день, но горячий гриль предохраняет его от порчи. Вечером все несъеденное полагается выбрасывать.

**Чем полезна шаурма?** Это традиционный вопрос, но не слишком ли мы прагматичны? Помню, как-то видела я в зоопарке (по нашу сторону решетки) маленького мальчика, который у каждой клетки громко вопрошал маму, полезное это животное или вредное. Больше ничего его не интересовало.

Шаурма — это классическое сочетание мяса с овощами и кисловатым соусом. Белков много, витаминов достаточно, калорий тоже. Вкусно и питательно. Все ингредиенты натуральные и свежие, что несомненный плюс. Вертикальный гриль позволяет получить и очень жирное блюдо, и достаточно постное, если срезать мясо только с верхней части конуса. Справиться с жирами помогают кисломолочные соусы и кисловатые овощи.

Конечно, покупая шаурму, мы зависим от искусства и добросовестности продавца. Он может срезать слишком толстый кусок мяса, прихватив непропеченный слой, или пожадничать и не выбросить вчерашний конус. Может быть, поэтому многие предпочитают готовить шаурму дома.

**Как приготовить шаурму.** Увы, для приготовления настоящей шаурмы нужен вертикальный гриль, очень дорогой и большой. Некоторые люди придумывают специальные устройства, но большинство просто жарит мясо. Вот, например, рецепт от Саада Фаеда, ресторатора и специалиста по кухне Среднего Востока. Он жил в Египте и Ираке, готовкой интересовался с детства, так что его рецепт вызывает доверие.

Для домашней шаурмы многие специалисты рекомендуют курицу. На четыре больших порции потребуется около 700 г филе, тщательно очищенного от костей и кожи. Мясо надо очень тонко порезать. Особо дотошные специалисты сравнивают толщину ломтика с толщиной виниловой пластинки, которую полагаюсь проигрывать со скоростью 45 об/мин. Так что лезть на антресоли, доставайте старые пластинки и измерьте. Нарезанное мясо заливают маринадом, состоящим из чашки обычного йогурта, четверти чашки винного уксуса, двух измельченных долек чеснока, чайной ложки черного перца, половины чайной ложки соли, двух зерен кардамона, чайной ложки душистого перца и сока одного лимона. Если смесь суховата, добавляют немного оливкового масла. Затем мясо выдерживают в холодильнике не менее восьми часов, а лучше всю ночь. Утром его в большой кастрюле прогревают 45 мин на среднем огне. Если мясо подсыхает, в процессе готовки можно добавить воды. Тем временем готовим соус: чашка тахини, две дольки чеснока, четверть чашки лимонного сока и две столовые ложки йогурта (кефира). Для салата смешиваем лук, помидоры, огурцы, половину чашки измельченной петрушки и половину чайной ложки сумача.

Готовое мясо можно порезать на кусочки любого размера или не резать вовсе. Автор рецепта предпочитает широкие полоски. На четверть лаваша выкладывают мясо, добавляют салат, немного соуса и заворачивают.

Ну и какой же это фаст-фуд, спросите вы. А хорошие вещи быстро не делаются, блестящий экспромт требует тщательной подготовки. Зато когда все ингредиенты готовы, завернуть их в лаваш — дело нескольких минут. Так что шаурма — это блюдо быстрого поедания, а не быстрого приготовления.

Н.Ручкина





Художник С. Дергачев

# Я упал под Барнаулом

Юлия Тышкевич

1

Ангел явился Марисабель, когда она стирала белье во дворе своей старой покосившейся дачки. Стиральная машина опять сломалась, и приходилось стирать руками, взбивая пышную пену. Пена искрилась на солнце крошечными алмазиками, и на нее было приятно смотреть. По двору с истошными воплями и гиканьем носилась четверка сыновей Марисабель, вокруг мальчиков с радостным лаем прыгали собаки Марисабель — черная, рыжая и белый щенок с коричневым пятном вокруг левого глаза. На заборе сидели две мрачные кошки Марисабель и осуждали весь этот кавардак. На полосатых мордах кошек читалось сардоническое «Содом и Гоморра!». В могучих сизых лопухах у забора копошилась степная черепаха Изергиль. Изергиль была канонически стара, мудра и хорошо знала, что из лопухов лучше не высовываться.

Незнакомец открыл калитку, ступил во двор, лица его было сразу не разглядеть: солнце светило со спины и был виден только темный силуэт с какими-то странными, нелепо приподнятыми плечами — так показалось вначале. Марисабель выпрямилась, вытерла пену о холщовый передник, надетый, чтобы не испортить светлое платье, приложила руку к глазам и, когда вошедший приблизился, увидела, что это самый обычный молодой человек, с некрасивым, но добрым и симпатичным лицом, с длинными золотистыми кудрявыми волосами, одетый в летнюю полотняную пару цвета экрю и плетеные кожаные сандалии. В руках молодой человек держал барсетку и пальмовую ветвь.

— Мария Ивановна Сабельникова? — легким тенорком спросил он.

— Д-да, — с настороженной запинкой ответила Мария Ивановна. Когда-то давным-давно один из друзей веселой юности соединил ее имя и фамилию в экзотическое «Марисабель», подразумевающая черноглазую и черноволосую латинянскую внешность Маши. Экзотика прижилась, и Марией Ивановной ее звали только представители местного ЖКХ, которому она задолжала квартплату за полгода, и представители органов опеки и попечительства, которым Мария Ивановна задолжала хорошее воспитание своих детей. Марисабель даже не сомневалась, что на свете существует еще немало представителей чего-либо, которым она кругом должна.

Пришелец несколько растерянно оглядел захламленный двор, покосившуюся дачку, мимозно-желтую «шестерку», стоявшую на фоне буйных бузиновых зарослей, красивую, но изрядно замученную хозяйку, визжащую кучу-малу из черных лап, рыжих ушей, загорелых



ФАНТАСТИКА

исцарапанных рук, коленок, щедро украшенных зеленой, и подумал: «Содом и Гоморра!» — «А мы что говорили!» — ответили с забора кошки. « Попрошу не вмешиваться — у меня миссия!» — мысленно приказал им молодой человек. «Знаем мы вашу миссию — запудрить мозги бедной девочке!» — усмехнулись кошки и поочередно зевнули. Кошки признают только одних ангелов в этом мире — самих себя.

Молодой человек цыкнул на нахалок и приступил к делу. Сперва он вынул из барсетки визитную карточку и вручил ее Марисабель. «Гавриил» — элегантно вязью золотом было вытиснено на кусочке плотного, по-модному шершавого картона, а ниже, более мелким шрифтом — «Ангел».

— Радуйся, благодатная! Господь с тобою, благословенна ты между женами! — бодрой скороговоркой произнес Гавриил и протянул ей пальмовую ветвь.

В отличие от вас, Марисабель сразу поверила, что перед нею настоящий ангел.

Во-первых, в свободное от семейных хлопот время Мария Ивановна Сабельникова иллюстрировала детские книжки в разнообразных маленьких издательствах и мысли ее всегда бродили где-то в тридевятом королевстве, среди отважных принцев и капризных принцесс. Могущественные колдуны проносились мимо в блестящих черных машинах, рядом с ними сидели прекрасные феи, у колодца жила говорящая лягушка, под утро в окно стучался Финист Ясный Сокол, мир кишел ведьмами, и иногда, когда от усталости Марисабель бросала кисть и всерьез подумывала о карьере менеджера по продажам, Дик Уиттингтон звал ее назад.

Во-вторых, Гавриил действительно был похож на ангела. Марисабель нарисовала бы ангела именно таким: с овальным фарфоровым лицом, длинным носом, маленьким ртом и кроткими серо-голубыми глазами под сонными веками. Она вообще легко и охотно верила в чудеса, чем, кстати, и объяснялось наличие у нее четверых детей от разных отцов.

— Но-но-но! — Марисабель решительно отклонила протянутую ей ветвь. — Вы что, с ума сошли? На что это вы намекаете?

Гавриил вздохнул. Он с самого начала предвидел сложности. Все-таки двадцать первый век, это вам не «до нашей эры». Народ уже не тот. Особенно женщины.

— Дух святой найдет на тебя, и сила Всевышнего осенит тебя! — подчеркнуто радостно произнес Гавриил.

— Спасибо, меня уже осеняло четыре раза. — Марисабель скрестила руки на груди и кивнула на кучу-малу,

энергично разламывающую старый облезлый венский стул. — Вам не кажется, что уже хватит?

Стул тем временем был растерзан на части, и никто не ушел обиженным. Все участники ухватили по кусочку. Самый лакомый — спинка стула — достался старшему, восьмилетнему белобрысому Матвею. По крайней мере, так он считал, пока не выяснил, что просунуть голову между рейками спинки легко, а вот освободить ее можно, только оторвав напрочь саму голову.

Голова оказалась Матвею ценной частью тела, поэтому он завопил басом «я застря-а-ал», выразительно поглядывая в сторону матери и ее гостя.

— Матюша! Иди уже сюда, горе ты мое! — топнула ногой Марисабель.

Матвей подошел и посмотрел на ангела. Ангел ему понравился, и, чтобы привлечь его внимание, Матвей затянул «застря-а-а-ал» еще громче.

Гавриил вздохнул и легонько коснулся спинки стула длинными перстами. Спинка немедленно разъялась на части и осыпалась на землю, освободив страдальца.

— Ух ты! — восхитился Матвей. Гость нравился ему всё больше.

Мальчик шмыгнул носом, уставился на ангела блестящими от любопытства глазами и приготовился к полноценному участию в беседе взрослых.

— А у нас есть черепаха Изя, — сообщил он. — Только она убежала.

— И ничего не убежала. Просто гуляет, и я знаю где. Матюша, нечего уши греть! Иди-ка ты отсюда! — снова топнула ногой Марисабель.

Матвей немедленно развернулся, помчался к крыльцу, схватил растрепанную книгу, лежавшую на ступеньках, и вернулся к братьям.

— Что-то он сегодня слишком послушный. Не заболел ли? — озабоченно глядя вслед сыну, пробормотала Марисабель.

— Это временное явление, — успокоил ее ангел.

— И зачем он взял эту книгу? Это же «Наш человек в Гаване» Грэма Грина. Я ее сейчас читаю, — продолжала недоумевать Марисабель. — Книжка, конечно, хорошая, но, по-моему, ему еще рано.

— Сегодня это не Грэм Грин, — улыбнулся ангел. — Не беспокойтесь.

Матвей тем временем усадил братьев на скамейку, раскрыл книгу и, немного спотыкаясь, но в целом довольно бойко, стал читать вслух. «В то самое утро, когда папа Муми-тролля закончил мост через речку, малютка Снифф сделал необычайное открытие...» — донеслось до Марисабель.

— Ой! — обрадовалась она. — Спасибо, это моя любимая про муми-троллей!

— И моя тоже. А я еще «Волшебную зиму» люблю, — признался Гавриил. — И «Опасное лето». Я вообще всё про муми-троллей люблю... — Он помолчал, кашлянул и продолжил: — Но вернемся же к нашему разговору. Э-э-э... неужели вам не хочется быть благословенной во всех народах на земле?

— Ничутьточки, — посуровела Марисабель. — И вообще, что, собственно, происходит?

— Видите ли, мы решились на вторую попытку, — пояснил Гавриил. — В прошлый раз все пошло не так и...

— «Не так» — это еще мягко сказано! — перебила его Марисабель. — Вы уж меня извините, но в прошлый раз у вас черт-те что получилось!

Гавриил болезненно поморщился:

— Прошу вас, не упоминайте всуе ... э-э-э... другое ведомство.

— Ну, хорошо, безобразие у вас вышло в прошлый раз. Суть от этого не меняется. Совершенно дикая история! — продолжала возмущаться Марисабель. — Какие-то терновые венцы, кресты, бичевания... Это же сплошные ужасы!

— Вот поэтому мы решили всё исправить. В этот раз будет по-другому. Мир изменился к лучшему. Мы тщательно подготовились. Учтены все ошибки.

— И вы выбрали меня? Что за странная фантазия? А ничего, что для девы у меня слишком много недостатков, например четверо детей?

— В конце концов, общественные нормы морали заметно смягчились, и было решено считать этот вопрос второстепенным.

— Спасибо, конечно, но все-таки: почему — я?

— Мы и сами того не ведаем! — с волнением воскликнул Гавриил. — Но все приметы, все тайные знаки указали на вас — звезда воссияет над вашим домом! Мы перепроверяли, мы консультировались! — Ангел развел руками, демонстрируя полнейшее недоумение. Понизив голос, он признался: — Мы даже гуглили!

— Пхе-е-е! — раздалось с верхушки забора. Уши Гавриила порозовели.

— Они гуглили, — задумчиво сказала Марисабель самой себе. — О темпора, о морес... Знаете что, Гаврюша, мне скоро детей кормить, пойдете в дом, там и поговорим. — Она заглянула в таз и вздохнула. Красивая мыльная пена исчезла, бриллиантики полопались, осталась только мутная сизая водица. — Ну вот, белье недостирано, и вода уже остыла.

— Это ничего, это я сейчас, — торопливо сказал Гавриил. Он окунул конец пальмовой ветви, которую все еще держал в руке, в таз и постоял так с полминуты. — Все, готово!

Вода в тазу стала кристально голубой, простыни — белоснежными.

— Ничего себе! — Тонкие брови Марисабель высоко взлетели. — Вы всемогущи?

Гавриил порозовел еще больше:

— У меня многое не получается. Я, видите ли, недавно в ангелах. Никакого опыта. Честно говоря, я даже не понимаю, почему для этой почетной миссии не выбрали кого-то более сведущего. Разве что имена совпадают.

— А я думала, вы тот самый... ну, который тогда...

— Нет, я не тогда. То есть тогда — не я. — Гавриил запутался и замолчал.

Марисабель решила сменить тему:

— Давайте об этом позже, после обеда, а пока развесим белье — чего ему в тазу прохладиться?

Вдвоем, в четыре руки, они быстро украсили веревки между сараем и домом отлично выстиранным бельем. Простыни тут же надулись от гордости и стали похожи на паруса, наполненные ветром странствий и перемен. Марисабель поднесла край полотна к лицу и закрыла глаза — пахло кедром и ладаном.

Закончив, она и ангел пошли в дом. На крыльце, не сговариваясь, оглянулись.

В бузине, где-то среди пышных желтовато-белых соцветий, неутомимо щебетал певчий воробушек — славка.

— «А знаешь, — с выражением читал Матвей, — если подняться в воздух на много-много сот километров, небо там уже не голубое. Там, вверху, оно совсем черное, даже днем».

— Это правда, — вдруг сказал Гавриил.

Марисабель посмотрела ему в лицо — оно было печальным. Фарфор на нем потемнел, золото потускнело.

Собаки тихо сидели у ног детей и, склонив головы набок, тоже слушали Матвея.

## 2

В доме было светло, прохладно и, несмотря на некоторый беспорядок, неожиданно уютно. Беленые дощатые стены и потолок, распахнутые окна прикрывают подвязанные лентами ситцевые занавески в клетку, на громоздком исцарапанном ореховом комодке стоит жестяное ведерко с полевыми цветами, архаичный буфет выкрашен в зеленовато-бирюзовый, филенки молочного цвета искусно расписаны букетиками лаванды и веточками люцерны. Над большим обеденным столом висит круглая кованая люстра сказочной красоты — плети черных роз обвивают тележное колесо. Гавриил засмотрелся на нее.

— Это Матюшин отец делал, — пояснила Марисабель. — Он был очень хорошим кузнецом. На рождение сына выковал мне целый букет. Но однажды ему за шиворот попал горящий уголек, он пытался его вытряхнуть, выбежал из кузницы, и больше его никто не видел.

Гавриил сочувственно помолчал и сказал:

— У вас очень мило. Немного напоминает Прованс.

— Вы заметили? — обрадовалась Марисабель. — Так и было задумано. Для обшарпанного, но с традициями дома нет ничего лучше, чем провансальский стиль, — засмеялась она. — А бабушкин буфет я сама расписывала.

— Очень хорошо получилось, — похвалил Гавриил. — Картину, наверное, тоже вы рисовали? — Он указал на висевший над диваном необрамленный холст.

На картине нервными густыми мазками была изображена южная марина — почти всё пространство холста занимала лазурная скатерть моря, пестрая от разноцветных солнечных бликов, усеянная рыбацкими суденышками, и только в левом нижнем углу стояло кривоватое блюдо золотого песка, на котором раскромсанной халвой лежали охристые скалы.

— Нет, ну что вы, я так не могу. Это отец Марка писал, моего второго сына, он был очень талантливым художником. Больше всего любил рисовать море. Однажды поехал на этюды с друзьями, но внезапно при полном штиле поднялась гигантская волна и унесла с собой Маркушиного папу. Больше я от него известий не получала.

Гавриил снова предпочел сочувственно промолчать.

Марисабель усадила ангела на диван, покрытый лоскутным одеялом, поставила перед ним стакан и бутылку минеральной воды, а сама принялась накрывать на стол.



## ФАНТАСТИКА

— Я не пью, — поспешно сказал Гавриил.

— Это нынче у мужчин такая редкость, — заметила она.

— Вы не поняли. Я вообще не пью.

— Да всё я поняла, просто пошутила, — засмеялась Марисабель.

Ангел подумал и тоже рассмеялся.

Они принялись оживленно обсуждать всяческие сторонние темы, житейские пустяки, погоду, дороговизну первой черешни и первой клубники и проскочили буквально в миллиметре от видов на урожай озимых, но благополучно избежали этого и внезапно перешли на тему книжной иллюстрации: с Марисабель это случилось часто, она была из тех лесорубов, что продолжают валить деревья даже во сне. Она принесла и показала Гавриилу альбом с иллюстрациями Чарльза Робинсона к «Виндзорским проказницам», и ангелу все очень понравилось. «Легкая рука», — отозвался он.

Быть может, потому им так легко разговаривалось, что никому не хотелось возвращаться к причине явления Гавриила, хотя оба понимали, что это неизбежно.

Марисабель казалась, что она внутри мыльного пузыря — хрупкое равновесие опустилось на маленький дом и укрыло его радужной сферой, но одно неловкое касание — и защита разлетится брызгами-невидимками. А сейчас так хорошо: на дворе — начало лета, на календаре — выходной день, и завтра будет выходной, дети на свежем воздухе читают умную и добрую книжку, за столом сидит ангел и ведет себя как интеллигентный человек.

— Мне так нравятся ваши звуки, — признался ангел. — Просто наслаждение.

— А что с нашими звуками? — удивилась Марисабель, расставляя на столе посуду.

— Там, откуда я прибыл, всегда тихо. Слишком тихо. Другие не замечают, а меня это мучает. Мне стыдно, но мне нравится гроза, когда гром грохочет. Я сейчас сижу и слушаю музыку: вот вы положили ложку на тарелку — она звучит тонко и звонко, а крышка кастрюли лязгает более низким звуком. Целлофановая обертка, из которой достают салфетки, издает царапающий шелест, нож, когда вы резали зелень для салата, так бойко звучал... и пение этой птички...

— Славки, — подсказала Марисабель. — Я хорошо разбираюсь в птицах. Отец Лукаса, моего третьего сына, был орнитологом. Но однажды осенью огромная птичья стая, улетающая на юг, подхватила его и унесла в жаркие страны.

— И больше вы его не видели, — догадался Гавриил.

— Ни разу. Так что вы там говорили про славку?

— Да-да, пение этой птички представляется мне в виде золотой сетки, которая всё плывет и плывет по воздуху, то выше, то ниже, и никак не может опуститься.

— Вам, Гаврюша, стихи надо писать. Вы не пробовали? Гавриил смутился:

— Признаться, я иногда думаю, что когда-то я был поэтом... или музыкантом... или художником. Не знаю, достаточная ли это причина для подобного утверждения, но мне всегда настолько не хватает звуков, красок, осязаний, ощущений, что невольно на ум приходит мысль создать что-то новое самому. Вы извините, я как-то сумбурно и непонятно высказываюсь, но всё это оттого, что вслух я этого никогда не говорил.

— Ну, почему же, — возразила Марисабель, двумя вилками перемешивая салат, заправленный маслом, лимонным соком и перцем. — Напротив, всё очень даже понятно. По-моему, это и есть основная причина для творчества. К примеру, отец Ивана, моего младшего, был музыкантом. Тоже всегда и везде ловил звуки, и всегда ему их было мало. А однажды он увидел, как крыса идет по улице и играет на золотой дудочке. Так и ушел из нашего города вслед за крысой.

— И больше вы с ним...

— Отчего ж. Виделась пару месяцев назад — ездила в Москву по делам. Так и живет с той крысой. А вот вы сказали, что когда-то кем-то были. Вас разве не Он создал? — И Марисабель кивнула вверх.

— Он создал всё, — твердо сказал Гавриил. — Но материал для всего и вся — это эманации человеческих душ, из этого Он сотворил и продолжает сотворять всё вокруг, как духовное, так и материальное.

— Вот как? — задумалась Марисабель. — Теперь я понимаю, почему этот мир иногда такой странный.

Гавриил пожал плечами:

— А больше не из чего. Знаете, как в одной старой песне поется: «Я тебя слепила из того, что было». К сожалению, мало кто прослеживает связь и понимает меру ответственности перед Вселенной. Люди сами поставляют негодный материал для возведения своего же мироздания — и оно начинает разрушаться, в то время как путь к спасению совсем рядом. — Ангел повертел в руках стакан, потом продолжил: — Закон любви действует, как действует закон гравитации, независимо от того, принимаем мы это или нет. Это не я сказал, это Махатма Ганди. Вот поэтому нам нужен человек, с помощью которого понятие все-ленской любви будет вложено человечеству прямо в сердце.

— Э-э-э... По-моему, про ответственность куча народа уже пыталась сообщить. Убил бабочку — получил плохого президента, и всё такое, — нахмурилась Марисабель, уловив, что ангел пытается свернуть на проторенную дорожку.

— Истина на самом деле проста. Многие ее чувствуют инстинктивно и пытаются, как могут, выразить. Но дела идут настолько скверно, что обычный человек тут уже не поможет. Нам нужен Царь царей, Князь мира, Отец вечности, Мессия, наделенный неодолимой харизмой, пылкой страстью, способный объять силой своей души весь свет! Для этой личности Он собрал всё лучшее, что только смог найти, — это будет воистину божественное творение!

Марисабель поняла, что пришла горькая пора расставить все точки над «i». Она отложила в сторону половник, которым размешивала суп в кастрюле, машинально сняла с себя передник и встала перед ангелом, сверкая черными глазами и вибрируя от внутреннего волнения, как маленькая хрупкая стрекозка, зависшая над озерной водой.

— Я категорически против вашей авантюры! Мессиянство — опасная стезя. Какая нормальная мать пожелает своему сыну такую судьбу? Вы что, людей не знаете? Вы мне тут Ганди цитировали. И чем всё для него закончилось? Он вкладывал любовь в чужие сердца, а в свое получил пулю. Все истории с мессиями заканчиваются одинаково. Вы сказали, мир изменился к лучшему. Что-то не похоже. Разве что Уголовный кодекс появился — единственная на мой взгляд причина, почему у нас в ходу больше терновые венцы, чем бичевания с распятиями. Нет уж, найдите кого-нибудь действительно сильного, мудрого, способного воспитать того, кто сумеет переломить скверную тенденцию, а я подчас бываю удивительно глупа и неловка, у меня куча недостатков. Так и передайте — я отказываюсь!

Марисабель перевела дух и приготовилась выдержать длительную осаду, но Гавриил посидел в молчании, потом решительно налил в стакан воды, выпил до дна и, опустив золотистую голову, пошел к выходу. Дверь сама открылась перед ним.

— Мне очень жаль, — сказала ему вслед Марисабель. — Вы залетайте как-нибудь. Было очень приятно, но, честное слово, вы не того человека выбрали.

— Я сделаю всё, что в моих силах, — непонятно ответил Гавриил и, не оборачиваясь, вышел.

Дверь закрылась.

Марисабель постояла еще какое-то время, озадаченно глядя на дверь. Откуда взялось это странное ощущение, что в комнате только что кто-то был? Может, из-за незнакомого запаха, повеявшего неизвестно откуда? Пахло приятно, но странно, так пахнут церковные свечки из настоящего воска. И чувство утраты — откуда оно взялось? Она в недоумении взяла со стола стакан, осмотрела его, повертела в руках и отнесла в мойку. Бутылку с минеральной водой убрала в холодильник. Снова оглядела пустую комнату, потом тряхнула головой и принялась нарезать хлеб.

На крыльце сидели две распушенные от негодования кошки и преграждали Гавриилу проход.

— Ты не сказа-а-а-ал ей! — обвиняюще начала одна из них.

— Она не зна-а-а-ает, что это было не предложение! — подхватила другая. — Ты не сказал ей, что пришел с простым извещением о свершившемся факте, как было две тысячи лет назад!

— Я не смог, — глухо пробормотал Гавриил и опустил голову еще ниже. — У меня язык не повернулся. Мне стало ее жалко. Поэтому я сделал так, чтобы Маша забыла о нашей встрече. Пусть пришлют кого-нибудь другого, а у меня не получилось.

— Он не смог! — фыркнула первая кошка.

— У него язык не повернулся! — потрясла лапой вторая. — А если больше никого не пришлют, она так и останется в неведении и быстренько придумает

историю про то, как налетел ураган и унес папашу ее последнего ребенка в страну Оз?

— И больше она его никогда не видела, — продолжили из лопухов скрипучим старческим голосом.

— Или того хуже, — язвительно сообщила первая кошка, — чтобы поддержать традицию, они выдадут ее за соседа, заслуженного пенсионера Иосифа Яковлевича!

— Я с самого начала знал, что миссия невыполнима! Я не умею убеждать в том, в чем я сам не уверен! — в отчаянье заплел пальцы Гавриил. — Но что я мог сделать?

— Конечно-конечно, — холодно ответили кошки. — Мы понимаем. Как же можно было упустить такую возможность — хоть на несколько часов вернуться на землю! Мы всё слышали: ах, какие птички, ах, какие картинки!

— Наверное, во мне какой-то дефект, — грустно признал Гавриил. — Мне и правда больше на земле нравится. Но задумано такое великое дело, и оно начинается с какой-то страшной ошибки. Не тот человек, не тот ангел. Я попробую поговорить там, наверху. Не знаю что, но я что-нибудь сделаю. Прощайте.

— А мы уже знаем, что сделаем, — мурлыкнули кошки и, благодушно улыбаясь, проводили взглядами Гавриила, взмывшего к облакам прямо с крыльца.

— И что же теперь будет? — проскрипели лопухи.

— Мы, кошки, спокойно прогуливаемся по обоим, как они их называют, «ведомствам», не боимся ни бога, ни черта и тоже кое-что можем. Нам плевать на человечество в целом, но мы привязаны к этой дурочке, поэтому мы внесем свои коррективы в эту рождественскую историю. Может быть, на этот раз всё будет лучше.

В тот же вечер кошки пришли к Марисабель и всю ночь лежали рядом с ней, положив лапы ей на живот. Всю ночь исправно тархтели маленькие моторчики, пелась колдовская песенка, светились фосфорным светом прищуренные глаза, а утром кошки спрыгнули на пол, устало и сладко потянулись и сказали: «Ну-с, теперь посмотрим. Может быть, это что-то изменит».

### 3

Через девять месяцев, в первый день весны, Мария Ивановна Сабельникова родила маленькую спокойную девочку, которая удивила всех умением улыбаться с первых дней жизни и которую назвала Кристиной. Кошки были счастливы и не отходили от колыбели.

А еще через некоторое время случилось с Марисабель странное: в один из длинных и ранних мартовских вечеров начало ей мерещиться пение славки, да такое отчетливое, что избавиться от него не представлялось никакой возможности. И с неодолимой же силой — и непонятно зачем — потянуло Марисабель съездить на дачу, на которой она не была с прошлой осени. Ужасаясь своему безумному поступку и ощущая себя преступной матерью, она бросила недоделанный заказ, оставила Кристину с бутылочками молока и сыновей с безлимитным Интернетом на попечение доброго соседа, заслуженного Иосифа Яковлевича, прыгнула в желтую «шестерку», которая на удивление сразу завелась, и по весенней распутице помчалась на дачу.

За городом снег был еще в силе, сугробы стояли на-смерть, и Марисабель, только войдя во двор, увидела, что на заснеженном крыльце дачки раскинув руки, ли-



ФАНТАСТИКА

цом вниз лежит человек. Она подбежала, увидела светлое, но изрядно перепачканное грязью длинное пальто, с усилием перевернула лежавшего и разглядела, что это кто-то ей незнакомый, с длинными спутанными волнистыми волосами, с бледным осунувшимся лицом бродяги, на котором пробивалась редкая золотистая щетина, и страдальчески сжатыми губами. Марисабель потрясла его за плечи, нерешительно похлопала по щекам, поняла, что у незнакомца жар, но вдруг он открыл глаза, оказавшиеся серо-голубыми и совершенно сумасшедшими, посмотрел на Марисабель и счастливо засмеялся.

— Маша! — сказал он. — Маша, а я теперь падший! Ты прости, что я так долго, — я ведь упал под Барнаулом!

От волнения даже не удивившись, откуда он знает ее имя и при чем здесь далекий Барнаул, Марисабель беспомощно огляделась по сторонам, но в этот будний день дачный поселок был совершенно пуст. Тогда она отперла дверь и волоком затащила мужчину в дом. Тот продолжал бредить, хохотал и сообщил ей, что он теперь пишет стихи.

— Это замечательно, — соглашалась Марисабель, растапливая печку припасенными с осени поленьями. — Но давайте лучше как-нибудь потом. Сейчас вам лучше помолчать. Нам ведь еще выбираться отсюда надо.

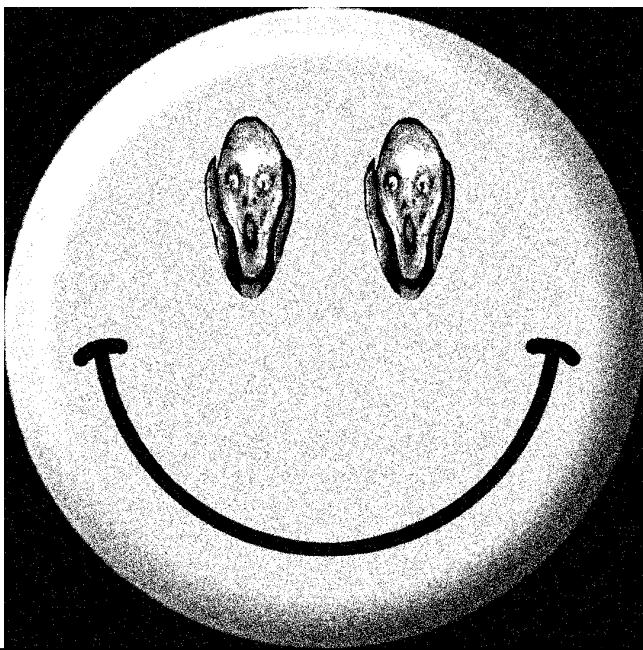
— Я тебе обязательно всё прочту, — страстно обещал падший незнакомец, — вот только пойму, с чего начать.... — И он вдруг начал что-то торжественно бормотать, растягивая слова на манер Беллы Ахмадулиной, потом уверял, что это про Машу: шагрень-эбен-и-пергамон-к-тебе-пришли-с-востока-заслышав-звездный-перезвон-издалека-далёка...

Потом Марисабель отыскала в буфете немного коньяка, оставшегося во фляжке, заварила чай с душицей, добавила коньяк в чай и влила эту смесь в горячего поэта. Только тогда он немного угомонился, перестал осыпать Марисабель красивыми, но загадочными фразами и через некоторое время смог, опираясь на нее, доковылять до машины.

В машине незнакомец сказал, что его зовут Гавриилом, но ему всегда казалось, что раньше его звали Александром, после чего намертво уснул, и потребовалось немало сил, чтобы разбудить его, когда они наконец доехали до дома.

И они были очень, очень счастливы — еще целых тридцать три года.





Художник В. Мисюк

## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Теория заговора в социуме

Теории заговора, утверждающие, что причина того или иного события — не естественные процессы, а действия неких враждебных обществу сил, существовали с древних времен. Однако в эпоху Интернета они из увлечения маргиналов превратились в достояние широкой общественности и должны влиять на ее поведение. А как?

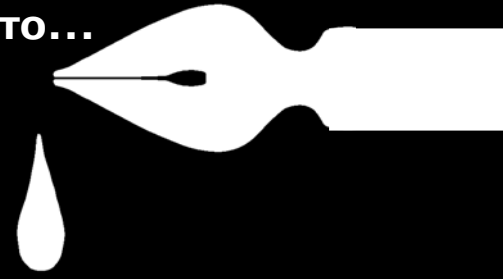
Ответить на этот вопрос попытались Даниэль Джолли и Карен Дуглас из Кентского университета («British Journal of Psychology», 4 января 2013 года, doi:10.1111/bjor.12018). Как отмечают они сами, такого рода исследования весьма редки. И это странно, ведь вера в теории заговора дает вполне определенные последствия. Как положительные (ответственные работники, подозреваемые в заговорщицкой деятельности, вынуждены вести себя более открыто), так и отрицательные (слухи о том, что контрацептивы пропагандируют вовсе не ради борьбы со СПИДом, а для элиминации афроамериканцев, породили у тех нежелание ими пользоваться; аналогично действует и теория «прививочного» заговора, но уже на белых людей).

Чтобы внести ясность, авторы работы провели серию исследований. Сначала одной группе добровольцев давали прочитать текст в поддержку конспирологической теории, а другой — опровергающий ее. Например, первый текст содержал фразы вроде: «Теория глобального потепления ничего не стоит. Так, с 1940 года глобальная температура снижалась в течение сорока лет», второй же — «Теория глобального потепления подтверждается фактами. Последние двадцать лет XX века были самыми теплыми за 400 лет». А затем участники выполняли психологические тесты. Сравнение результатов показало: прочтение текста в поддержку теории заговора изменяет поведение человека — по сравнению с контролем у него падает желание заниматься политикой, а чувство беспомощности растет. Это вполне объяснимо: если миром управляют заговорщики, легко прийти к выводу, что от тебя ничего не зависит и демократические процедуры равным счетом ничего не стоят. Эффект был небольшим, правда, вполне за пределами статистической ошибки, но и текст читали один раз, а не изо дня в день.

Как отмечают Джолли и Дуглас, существенное снижение политической активности граждан демократических стран во время выборов в XXI веке может быть связано с широким распространением в обществе конспирологических теорий. И тогда вполне закономерно возникает Главная теория заговора — что, если все они созданы специально, в рамках хорошо спланированной манипуляции общественным сознанием?

С.Анофелес

## Пишут, что...



...глобальное среднегодовое потепление у поверхности Земли в течение XXI века составит 0,9—2,6оС, во внетропических широтах Евразии — 2—5оС; точное значение зависит от характера антропогенного воздействия («Известия РАН. Физика атмосферы и океана», 2012, 48, 6, 643—654)...

...три основные причины аварий на нефтедобывающих платформах — нерасчетные природные явления, ошибки персонала и внешние техногенные воздействия («Геология, география и глобальная энергия», 2012, 4, 135—141)...

...в Москве при сейсмоакустических исследованиях участков под высотные здания оценивают не только свойства грунта, но и сейсмические воздействия от землетрясений в Восточных Карпатах («Геоэкология», 2012, 6, 497—506)...

...статистически значимых недельных циклов содержания NO<sub>2</sub> и аэрозоля в приземном слое атмосферы на Звенигородской научной станции ИФА РАН не обнаружено ни за 20 лет наблюдений, ни в отдельные годы, за исключением 1996-го («Оптика атмосферы и океана», 2012, 25, 10, 884—889)...

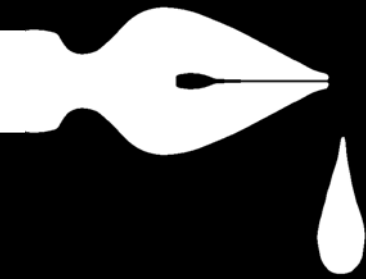
...серьезную экологическую проблему представляет land grabbing, или захват земель, — приобретение развитыми странами или корпорациями недорогих плодородных земель в других странах, с последующим присвоением ресурсов пресной воды для полива («Proceedings of the National Academy of Sciences USA», 2013, 110, 3, 892—897)...

...анализ ДНК из костных останков позволяет установить цвет волос и глаз человека («Investigative Genetics», 2013, 4:3, doi:10.1186/2041-2223-4-3)...

...в РФ зарегистрировано четыре линии генно-модифицированной сои и десять линий кукурузы, из которых можно производить корма и кормовые добавки для животных («Ветеринария», 2012, 12, 7—10)...

...раствор антител к глутамату при закапывании в нос крысам с экспериментально вызванной болезнью Альцгеймера улучшает у них память





и нормализует активность генов в клетках префронтальной коры мозга («Доклады Академии наук», 2012, 447, 3, 335—337)...

...для нужд судебно-медицинской экспертизы будет отсекуирован геном Адама Ланзы, расстрелявшего в декабре 2012 года собственную мать, 20 детей и шестерых сотрудников школы, а затем совершившего самоубийство («Nature», 2013, 493, 7431, 133, doi:10.1038/493133a)...

...красители, содержащие D-пантенол и бета-циклодекстрины, предохраняют меховую отделку обуви от воздействия противогололедных реагентов («Экология и промышленность России», 2012, 12, 22—25)...

...клетки сердечной мышцы, в которые ввели с помощью вируса всего один ген фактора транскрипции, превратились в пейсмекерные клетки, задающие ритм сердечных сокращений («Nature Biotechnology», 2013, 31, 1, 31—32, 54—62)...

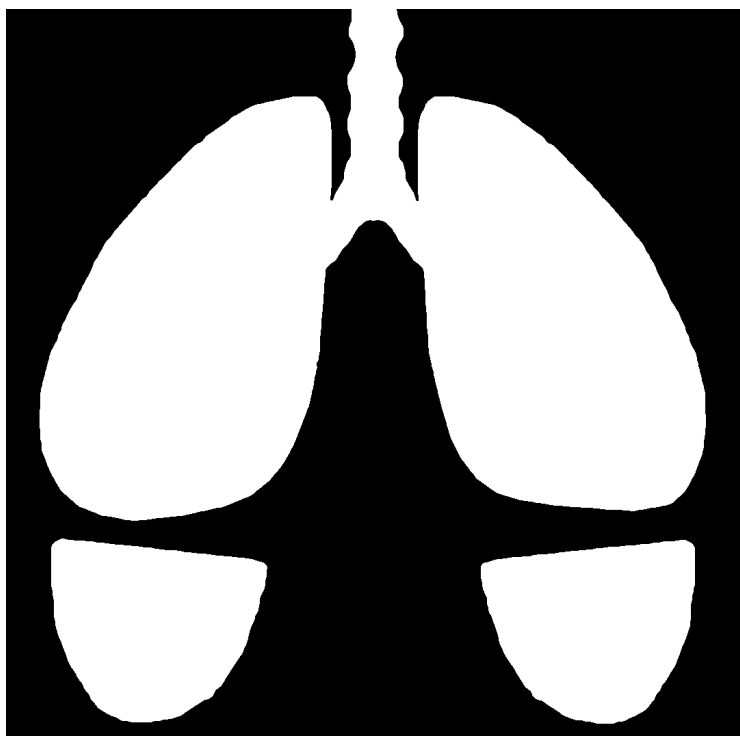
...разработана биотехнология получения зародышей из неполовых тканей для листовницы и сибирского кедра («Онтогенез», 2012, 43, 6, 425—435, «Лесоведение», 2012, 6, 63—70)...

...в отличие от млекопитающих, рыбы и жабы не подвержены укачиванию («Журнал эволюционной биохимии и физиологии», 2012, 48, 6, 611—631)...

...половина случаев полиомиелита, зарегистрированных в РФ, имела место у мигрантов из Таджикистана и Узбекистана («Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии», 2012, 6, 27—31)...

...по данным Всемирной организации интеллектуальной собственности, в 2011 году граждане Китая подали 526 412 патентные заявки, причем Китай впервые опередил по этому показателю США («Nature», 2012, 492, 7429, 323, doi:10.1038/492323a)...

...у джейранов есть «уборные» — расчищенные копытами овальные участки земли, окаймленные травянистой растительностью («Журнал общей биологии», 2012, 73, 6, 403—407)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

## Курение и астма

«Покажите мне эту лошадь, которая умерла от капли никотина», — иронизирует иной курильщик, не приемлющий запретов на курение в общественных местах или ограничения на продажу табака. Действительно, найти такую лошадь трудно. А вот детей, которые благодаря подобным мерам избежали астмы, показать легко. Это сделали исследователи из британского Королевского колледжа во главе с доктором Кристофером Миллетом («Pediatrics», 2013, 131, 1—7; doi: 10.1542/peds.2012—0001). Они проанализировали статистику Министерства здравоохранения и обнаружили, что в первый же год после введения в Англии запрета на курение в общественных местах (он начал действовать с июля 2007 года) число обращений детей в больницы по поводу астмы снизилось на 12,3%! А до того оно стабильно росло со скоростью 2% в год и достигло одного больного ребенка на 10 здоровых, или 26969 человек в 2006/2007 году. В последующие годы это число продолжало уменьшаться, правда, не столь быстро. Всего за три года после введения запрета число обращений в больницу детей с астмой сократилось на 6802 визита. Это не первый подобный результат: ранее в аналогичных обстоятельствах заболеваемость астмой у детей снижалась в Северной Америке и Шотландии.

Причина очевидна: чем меньше дыма выдыхают курильщики, тем меньше пассивного курения. Кроме того, насильственное внедрение здорового образа жизни на работе, на улице и в ресторане приводит к тому, что человек начинает меньше курить, даже оказавшись вне действия закона — в своей машине и квартире. Продавцы табака от этого проигрывают, а родные и близкие потребителя табака — выигрывают во всех отношениях.

**А. Мотыляев**



# Металлы алхимиков

**А**лхимиков, работавших в Средние века, нельзя назвать учеными в современном смысле этого слова. Они руководствовались какими-то теориями, однако не делали попыток проверить их экспериментально. Они снова и снова повторяли манипуляции, пытаясь провести их «правильно». По представлениям алхимиков все, что нужно, уже было сказано жившими до них авторитетами. Для успеха необходимо только скрупулезно выполнять их заветы. Поэтому алхимию следует признать не наукой, а ремеслом и отчасти — искусством. В этом отличие их метода от научного: если в результате экспериментов окажется, что данная теория не подтверждается, будет предложена другая.

Так что у алхимиков не было шансов заменить неправильную теорию. Например, непререкаемым авторитетом, и не только у алхимиков, пользовался Аристотель, его взгляды никто не смел оспаривать. Аристотель полагал, что при растворении соли в воде образуется новое вещество — соленая вода, в которой нет ни соли, ни воды. Осаждение соли из морской воды под действием солнечных лучей он объяснял рождением соли под влиянием солнца. Аристотель «доказал» также, что воздух ничего не весит. Он положил на весы два одинаковых кожаных бурдюка: один сплюснутый, а другой надутый воздухом. Весы остались в равновесии.

Но если философские труды Аристотеля при соответствующей философской подготовке еще можно было понять, то «отцы алхимии» изъяснялись туманным языком, понятным только адептам, то есть «посвященным». Вот как описывает Великое делание — трансмутацию, то есть превращение неблагородных металлов в золото, легендарный алхимик Василий Валентин:

«Петух пожирает лису, но затем, погруженный в воду и подгоняемый огнем, в свою очередь, будет проглочен лисой... Вся плоть, которая вышла из земли, должна распасться и снова стать землей, которой она прежде была... Как получишь то, что искал, смешай его с золотом наивысшей пробы и очищенной сурьюмою в соотношении один к трем, помести в плавильный горшок и мягко нагревай двенадцать часов. Когда же расплавится, грей еще три дня и три ночи. Одна часть полученной тинктуры обратит тысячу частей трансмутируемого металла в хорошее и прочное золото».

Химики XIX века пытались расшифровать и этот широко известный отрывок, и другие алхимические трактаты, понять, каким химическим реакциям соответствует «петух, пожирающий лису» или «дракон, проглотивший свой хвост». Однако никто не мог поручиться, что расшифровка правильная. Не исключено, что и алхимики понимали эти рецепты каждый по-своему. Но мало кто из них сомневался, что «металлические свойства» веществам придает ртуть, а «неметаллические свойства» — сера:

Злато, олово, свинец, —  
Сын мой, сера их отец.  
И спеши, мой сын, узнать —  
Всем им ртуть родная мать.

Ртуть — один из семи металлов древности, известный с незапамятных времен. Небесных тел, которые движутся по небосводу, тоже было известно семь, и считалось, что каждое из них соответствует своему металлу: «Семь металлов создал свет по числу семи планет». Солнце олицетворяло золото, Луна — серебро, Марс — железо, Венера — медь, Юпитер — олово, Сатурн — свинец, Меркурий — ртуть. С ними соотносились также греческие и римские боги: Гелиос (Соль), Артемида (Диана), Арес (Марс), Афродита (Венера), Зевс (Юпитер), Кронос (Сатурн), Гермес (Меркурий). Символы на рисунке соответствуют обозначениям металлов в алхимических трактатах. Действительно, золото блестит, как солнце, а луна — как серебро; Марс имеет красноватый цвет, точно железная окалина; Венера — одно из красивейших небесных тел (Афродита — богиня красоты), Юпитер — самая большая планета, а Зевс — повелитель богов; ртуть подвижна, словно вестник богов Меркурий. Полагали, что каждый металл зарождается в недрах Земли под действием проникающих туда

**В.Б.САВЕЛЬЕВУ, Новосибирск:** Мицеллярная вода, которой теперь модно умыться и смыть косметику, — коллоидная система, содержащая мицеллы, частицы из молекул сложных эфиров жирных кислот, полярными группами наружу; в отличие от липосомы, у мицеллы однослойная стенка, и внутри она может содержать липиды, но не гидрофобный раствор.

**Н.П.ЛАПТЕВУ, Астрахань:** Очевидно, электронные сигареты менее вредны, чем обычные, но Всемирная организация здравоохранения подчеркивает: клинических испытаний, показывающих, что их можно использовать при лечении никотиновой зависимости, пока не проводилось.

**И.М.НЕЙГАУЗ, Волгоград:** Согласно Химической энциклопедии, типичная ячейка высокократной пены, то есть такой, объем которой в сто и более раз превышает объем жидкой фазы, — пентагональный додекаэдр, часто с одной — тремя дополнительными гранями; действительно, очень красивая структура.

**С.А.МИКУЛИНОЙ, Москва:** Аннато — мало распространенная у нас пряность, мелкие красные семена тропического вечнозеленого дерева *Vixa orellana*; аннато также применяют как пищевой краситель, например, для красного чеширского сыра.

**В.Н.ПАНКРАТОВУ, Санкт-Петербург:** Если красные чернила флуоресцируют в ультрафиолетовом свете, возможно, они содержат соли зозина (2,4,5,7-тетрабромфлуоресцеина).

**С.С.ЖЕЛЕЗНЯКОВУ, Екатеринбург:** Род растений семейства бобовых вигна назван в честь итальянского ботаника Доменико Винья (*Vigna*), однако произношение итальянской фамилии как латинского слова, «буква в букву», уже устоялось.

**Элле, электронная почта:** Вы совершенно правы: если в перечне упоминаются науки и скорпионы, в качестве обобщающего слова подходит «членистоногие», а не «насекомые», на сайте мы исправили ошибку, спасибо.

**М.Л.АЛЫМОВОЙ, Москва:** Эпизод в романе Булата Окуджавы «Путешествие дилетантов», где известный ученый И.Х.Гамель перед путешествием в Америку дает императору расписку в том, что не будет есть человеческое мясо, — не вымысел, а исторический факт.



## ПРОГУЛКИ ПО ИСТОРИИ ХИМИИ

лучей своего небесного тела. Эта мистическая связь казалась настолько бесспорной, что многие алхимики отказывались признавать существование вновь открываемых металлов (цинка, висмута и других), так как для них не хватало планет.

В Древнем Риме семь дней недели, как и планеты, получили названия в соответствии с именами богов, что нашло отражение во многих западноевропейских языках. Например, в английском воскресенье, Sunday — день Солнца (Sun); понедельник, Monday — день Луны (Moon); суббота, Saturday — день Сатурна; в итальянском вторник, martedì — день Марса (на латыни Martis); среда, mercoledì — день Меркурия; четверг, giovedì — день Юпитера (на латыни — Jovis); пятница, venerdì — день Венеры. Английские названия некоторых дней недели произошли от имен не римских, а древнегерманских или скандинавских богов. Так, вторник (Tuesday) назван по имени бога-покровителя военных искусств Тиу («Tiu's day»); среда (Wednesday) — по имени вер-

ховного бога Водана (Одина), по-английски Woden, из «Woden's day» получилось Wednesday; четверг (Thursday) — по имени бога грома Тора (Thor, отсюда и thunder — гром); пятница (Friday) — по имени богини брака, любви и семейного очага Фригги (Фрии), жены Водана, со временем «Frigg's day» превратился в Friday.

Как писал Альберт Великий, «ртуть — источник и родитель всех металлов». В это свято верили все алхимики, и ртуть играла важную роль в попытках получить золото. Этим пользовались и шарлатаны: золотую монету они натирали ртутью, которая смачивает золото. В результате монета приобретала вид новенькой серебряной. При внесении такой монеты в пламя ртуть легко улетучивалась, и любой мог убедиться, что держит в руках настоящую золотую монету!

**И.А.Леенсон**



**АНАЛИТИКА  
ЭКСПО**

11-я международная специализированная выставка

**16 – 19 апреля 2013 года  
Москва, КВЦ «Сокольники»**

**Аналитика Экспо**

**Мир инноваций!**



**получите билет на сайте**

**[www.analitikaexpo.com](http://www.analitikaexpo.com)**

- анализ и контроль качества
- контрольно-измерительные приборы
- лабораторное оборудование и технологии
- лабораторная мебель
- химические реактивы и материалы
- комплексное оснащение лаборатории
- биотехнологии и диагностика
- нанотехнологии

ISSN 1727-5903



**Организатор:**



В составе группы компаний ITE  
Тел.: +7 (495) 935 81 00  
E-mail: lomunova@mvk.ru

**Соорганизаторы:**

НП «РОСХИМРЕАКТИВ»

ААЦ «Аналитика»



НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН  
по аналитической химии

**Официальная поддержка:**

Министерство Промышленности и Торговли РФ  
Федеральное агентство по техническому  
регулированию и метрологии  
Департамент природопользования и  
охраны окружающей среды города Москвы  
Российский Союз химиков