



№

12

2011

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

Технические рисунки

Р.Г.Бикмухаметова

Подписано в печать 5.12.2011

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 —
картина Джузеппе Арчимбольдо «Четы-
ре времени года на моей голове». Фан-
тазию настоящего художника подсте-
гивать не нужно, но всегда находятся
поклонники искусственных возбуди-
телей. Читайте об этом в статье «Белый
порошок герцогини Альбы»

*Почему люди бросаются с корабля,
который и не думает тонуть?
Да потому, что они поняли,
куда он плывет.*

Станислав Ежи Лец

Содержание

Нобелевская премия	
КРИСТАЛЛ СОМНЕНИЯ. С.М.Комаров.....	2
Интервью	
КВАЗИКРИСТАЛЛЫ И КВАЗИОБРАЗОВАНИЕ. Даниэль Шехтман.....	6
Интервью	
ТЕНЬ, ЗНАЙ СВОЕ МЕСТО! С.В.Медведев.....	8
Проблемы и методы науки	
ЗИГЗАГИ ДЕМОГРАФИИ. П.В.Турчин.....	14
Гипотезы	
МОЖНО ЛИ ПРОСЧИТАТЬ ЗАВТРАШНИЙ ДЕНЬ? Э.Г.Розанцев.....	20
Проблемы и методы науки	
СПАСИТЕЛЬНЫЕ НИТРИТЫ. Н.Л.Резник.....	22
Здоровье	
ДОЛГО БУДЕТ КАРЕЛИЯ СНИТЬСЯ. И.А.Виноградова.....	26
История современности	
ХРОНИКА ЯДЕРНОГО ПОЛУРАСПАДА. С.Анофелес.....	30
Радости жизни	
В ХЕРСОНЕ ТРИСТА ТРАКТОРОВ. М.Ю.Корнилов.....	32
Нанофантастика	
ТОТ, КОТОРЫЙ СИДИТ В ПРУДУ. Дмитрий Вронский.....	34
Криминальная химия	
БЕЛЫЙ ПОРОШОК ГЕРЦОГИНИ АЛЬБЫ. Е.Н.Стрельникова.....	36
Тематический поиск	
МНОГОГРАННЫЙ ДОФАМИН. Е.Сутоцкая.....	44
Дневник наблюдений	
ПИНГВИНЫ ПЛАНИРУЮТ ПОГР УЖЕНИЕ. Н.Анина.....	46
Гипотезы	
ОКОЛОМУЗЫКАЛЬНАЯ ИСТОРИЯ. В.А.Чистяков.....	48
Расследование	
НАУЧНОЕ СРАВНЕНИЕ МОЦАРТА И САЛЬЕРИ. М.В.Симкин.....	50
Эксперимент	
О ПЕНЕ НАПИТКОВ. С.Мотыляев.....	52
Что мы едим	
ИНДЕЙКА. Н.Ручкина.....	54
Фантастика	
ДОБРОЕ УТРО, ДВОРНИК! Алексей Толкачев.....	56
Напитки нашего мира	
КТО ПЬЕТ ЗВЕЗДЫ. М.Демина.....	64

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	12	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ	33	ПИШУТ, ЧТО...	62
ИНФОРМАЦИЯ	35, 43, 60, 61	ПЕРЕПИСКА	64
КНИГИ	59		

Кристалл сомнения

Кандидат
физико-математических наук

С.М. Комаров

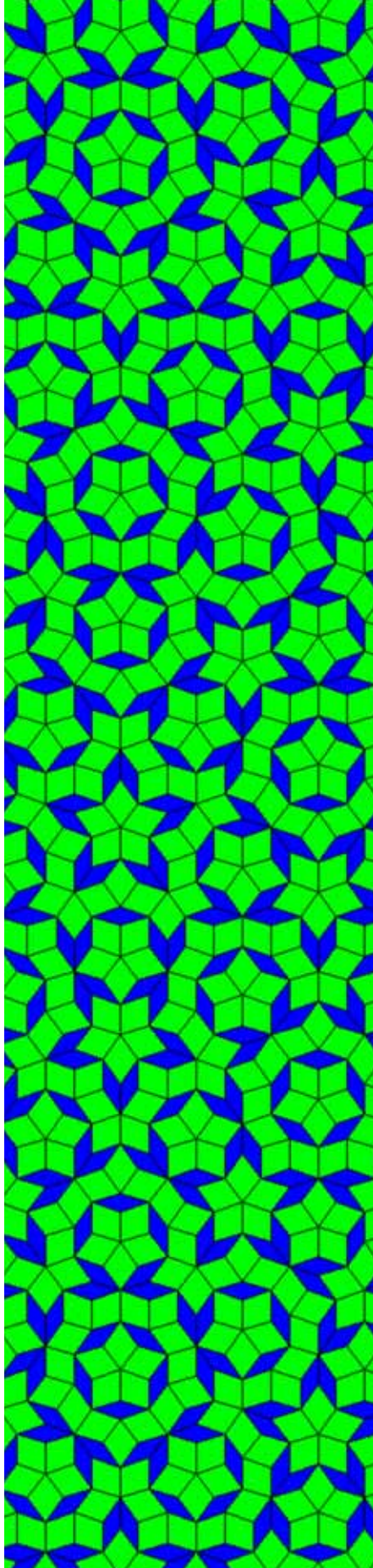
Нобелевскую премию по химии получил Даниэль Шехтман из Техниона — Технологического института в Хайфе (Израиль) — за открытие квазикристаллов, совершенное тридцать лет назад. Это открытие было одним из череды схожих событий, случившихся тогда в материаловедении.

Быстрое охлаждение

На восьмидесятые годы XX века пришла своего рода проигранная революция в материаловедении. Все принялись получать металлические сплавы в крайне далеком от равновесия состоянии, для чего использовали метод быстрой закалки из жидкости. За считанные годы эта идея охватила сотни лабораторий, которые ставили бесчисленные эксперименты с быстрым охлаждением сплавов при самых экзотических сочетаниях компонентов. К чему стремились исследователи?

Упрощенно можно сказать, что для создания нового сплава материаловед берет диаграмму состояния — зависимость фазовых равновесий от температуры и состава для какой-нибудь системы из двух или трех компонентов — и смотрит, какие фазовые равновесия в ней возможны. Как правило, состав сплава соответствует двухфазной области при температуре его работы. Однако при нагреве он переходит в однофазную область. Фазой же в этом случае называется вещество с определенным кристаллическим строением. Осуществляя фазовое превращение в результате нагрева-охлаждения, исследователь добивается, чтобы в сплаве были частицы тех или иных фаз, причем в том количестве, такой формы и размера, какие ему нужны. Во всей этой работе чрезвычайно важно знать, какой кристаллической решеткой обладает та или иная фаза: от соотношения их параметров зависит морфология выделяющихся при фазовом превращении частиц и, стало быть, свойства сплава. Вот диаграммы и позволяют прикинуть на бумаге, какие элементы (а их может быть до десятка) нужно смешать в сплаве для достижения нужного комплекса свойств.

За полвека послевоенной научно-технической революции все основные диаграммы состояния были исследованы вдоль и поперек, и возможности в деле создания сплавов с самыми разными



Узор на двумерном паркете Пенроуза, составленный из двух элементов, представляет собой модель квазикристалла. Рисунок сгенерирован программой Vobi.exe, созданной Стефаном Коллинзом

свойствами по большому счету исчерпаны. Оставалось оттачивать мастерство с известными материалами, количественно улучшая их свойства, или придумать что-то качественно новое. И это последнее можно было сделать только за пределами фазовых равновесий, чтобы удержаться в материале химические элементы, которые принципиально не желают ужиться друг с другом в твердом состоянии. В расплаве же подавляющее их большинство прекрасно мирится с самыми необычными соседями. Отсюда и родилась идея охлаждать жидкий металл так быстро, чтобы атомы перемешанных в нем элементов не успели друг от друга обособиться.

Строго говоря, все методы быстрой закалки из расплава были придуманы и запатентованы еще в первой половине XIX века, однако востребованными оказались в конце XX. Основные приемы — разливка металла тонкой струей на быстро вращающийся массивный барабан (при этом выходит лента или проволока) и разбрызгивание металла (получается порошок). Ленту и проволоку можно использовать и сами по себе, а можно измельчить, превратить в порошок и далее работать с ним методами порошковой металлургии — спекать при высоких температуре и давлении в массивное изделие.

В ходе исследований быстрозакаленных материалов и были открыты три новых состояния металлических систем: микрокристаллическое (в соответствии с современной научной модой теперь его называют нанокристаллическим), аморфное и квазикристаллическое. С этими состояниями были связаны немалые надежды — энтузиасты утверждали, что наступает новая эра быстрозакаленных материалов, которые благодаря своим уникальным свойствам скоро отправят на свалку истории традиционные широко используемые сплавы вроде стали и чугуна. Увы, действительность оказалась суровой: революция не состоялась, а новые материалы заняли небольшие ниши, найдя применение в спецтехнике, — что, впрочем, не умаляет достижения их создателей.

Микрокристаллы

Глядя на лезвие стального ножа, трудно представить, что это кристаллическое вещество. Однако дело обстоит именно так: любой кусок металла представляет собой поликристалл, а слагающие его отдельные кристаллы принято называть зернами. Зерна могут доставить материаловеда немало неприятностей. Прежде всего на них любит отлагаться всякая грязь: в месте стыка двух решеток всегда имеются какие-то несплошности, где гораздо проще зародиться новой частице с чуждой кристаллической решеткой. Такая

частица будет работать как замок: при деформации одно зерно не сможет катиться по другому, в нем станут накапливаться напряжения, и в конце концов появится трещина. Если зерно большое, эта трещина может превысить критический размер и станет дальше распространяться сама по себе, вызывая разрушение материала. В немалой степени из-за грязи по границам зерен активно идет коррозия. Сказывается размер зерна и на специальных свойствах, например магнитных: если зерно меньше критического размера, то переметалливание происходит значительно легче — как говорят, материал становится магнетомягким. Такие материалы нужны для сердечников электрических трансформаторов.

Быстрая закалка позволяет бороться с крупными зернами и достигать микрокристаллического состояния, при котором размер зерна измеряется сотнями или десятками нанометров. С одной стороны, это хорошо — такие мелкие зерна меняют механизм деформации: при нагрузке одно зерно перекачивается по другому, но само не деформируется, из-за чего резко возрастает пластичность даже у сплавов, которые обычно хрупки как стекло. С другой стороны, огромная протяженность границ делает эту структуру неустойчивой: при малейшем нагреве зерно растёт. Именно это обстоятельство подвело создателей жаропрочных микрокристаллических материалов.

Есть такая группа веществ — алюминиды, соединения алюминия с никелем, железом или титаном, с формулой $MeAl$ или Me_3Al . Частицы этих интерметаллидов упрочняют жаропрочные сверхсплавы, поскольку у них есть интересная особенность — прочность с ростом температуры не падает, а растёт (до определенного предела, конечно). Металловедов всегда привлекала идея сделать, например, турбинную лопатку из чистого алюминиды — она была бы очень легкой и смогла бы работать при гораздо более высокой температуре, чем сплав с этими алюминиды. Но вот беда: при комнатной температуре алюминид хрупок, почти как стекло. Быстрая закалка привела к микрокристаллическому состоянию и соответственно исправлению этого недостатка. Однако применить такой материал по назначению все равно не удалось: поробав при высокой температуре, он потерял свои низкотемпературные свойства.

Там, где микрокристаллический материал не подвергается сильному нагреву, он может принести много пользы. Например, такие сердечники трансформаторов снижают потери на переметалливание в десятки раз.

Аморфный металл

Еще одним детищем быстрой закалки стали аморфные сплавы, то есть такие,

в которых атомы расположены беспорядочно, как в жидкости. Первый аморфный сплав $Au_{75}Si_{25}$ при сверхбыстром охлаждении американцы из Калифорнийского технологического института сделали в 1960 году, однако это была экзотика, а промышленно важный результат был достигнут в 1976 году, когда исследователи из Пеннсильванского университета получили в аморфном виде ленту магнитного сплава системы Ni-Fe-P-B. В этом составе оба металла нужны для обеспечения магнитных свойств, а неметаллы как раз и способствуют аморфизации. Довольно скоро стал ясен основной принцип подбора состава для получения аморфного металла: нужно, чтобы он соответствовал эвтектическому превращению при переходе из жидкого состояния в твердое. Суть этого превращения в том, что, обладая неограниченной смесиваемостью в расплаве, участвующие в реакции элементы на дух не переносят друг друга в твердом состоянии и предпочитают при затвердевании выпадать каждый своими собственными кристаллами. Получается эвтектика — механическая смесь таких кристаллов. Если охладить быстро, то возникает ситуация, когда ни один из элементов не может решиться покинуть жидкость и создать свой собственный кристалл. В итоге все так и застывает без кристаллизации.

Поначалу аморфные сплавы получали в виде все тех же тонких лент и порошков, однако со временем составы совершенствовались, и в девяностых годах появились объемные аморфные сплавы — скорость охлаждения для аморфизации упала до градусов в секунду, а так охлаждаются любые отливки со стенкой толщиной в сантиметры. Правда, лучше всего объемно аморфизуются сплавы, содержащие палладий и цирконий — не самые дешевые компоненты.

Одно время шли споры о том, действительно ли это застывшая жидкость или микрокристаллит со столь малыми зернами, что рентген их не видит, однако на свойствах нового класса материалов эти споры отражались слабо. Свойства же оказались уникальными. Прежде всего изменился механизм деформации. Вообще-то у кристаллических материалов реальная прочность во много раз меньше теоретической, рассчитанной как энергия одновременного разрыва межатомных связей. При деформации атомные связи не рвутся все сразу, а одна часть кристалла скользит относительно другой, что требует гораздо меньших усилий. В аморфном металле нет ни зерен, ни границ, поэтому такое скольжение там невозможно, и прочность растёт в разы. Правда, падает пластичность (а это в первую очередь сопротивление удару), но материал отнюдь не становится хрупким, как стекло,



НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ

он прекрасно гнется. Например, аморфную ленту можно обернуть вокруг острия бритвы, а потом она распрямится безо всяких следов. Исчезновение границ и химическая однородность обеспечивают прекрасную коррозионную стойкость.

Неудивительно, что поначалу аморфным сплавам прочили массовое производство и прекрасное будущее. Японцы даже проводили успешные опыты по использованию аморфной ленты в таком массовом изделии, как арматура для железобетона. Увы, скоро оказалось, что материал все-таки получается слишком дорогим для повсеместной замены стали, обрабатывать (например, приваривать) его трудно, да и вопросы к структурной стабильности при длительном применении остались. Аморфные сплавы тоже заняли свою небольшую нишу материалов для специальных изделий — упругих мембран, припоев или тех же сердечников трансформаторов.

Впрочем, возможность напихать в сплав экзотический набор элементов, который другими методами никогда бы не удалось соединить вместе в твердом состоянии, дает порой революционные результаты. Так, аморфный сплав системы Mg-Zn-Ca способен растворяться в организме со скоростью один миллиметр в месяц и замещаться при этом костной тканью (видимо, этому способствует весьма необычное для металлического материала присутствие кальция). Скоростью же растворения управляет концентрация цинка. Такой материал весьма перспективен для различного рода болтов и штифтов, которые вворачивают в кости при хирургических операциях.

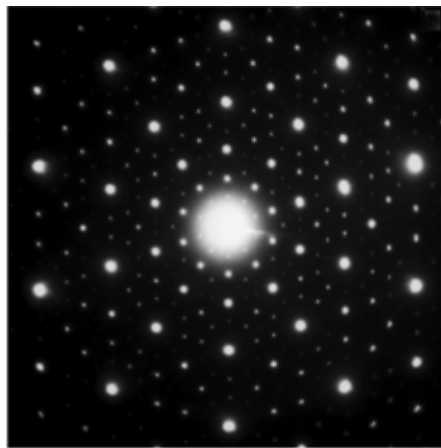
Квазикристаллы

Квазикристаллы оказались последним по времени открытием детищем быстрой закалки. И при этом самым экзотическим — ведь они нарушили основную парадигму кристаллографии, продержавшуюся несколько столетий. Со времен аббата Гаюи, то есть с XVIII века, считалось, что кристалл можно разбить на элементарные параллелепипеды или шестигранные призмы — элементарные ячейки — и получить структуру за счет бесконечного количества их параллельных переносов

на период решетки. Это называется «трансляционная симметрия». Однако когда Макс фон Лауэ в споре о природе рентгеновских лучей блестяще доказал, что это электромагнитные волны, способные дифрагировать на кристаллической решетке, и получил первую рентгенограмму, возникло более практическое определение кристалла: «То, что дает закономерную дифракционную картину при облучении рентгеном». Выглядит такая картина как симметричный набор точек — рефлексов — вокруг центрального пучка, и чем сильнее рефлекс смещен к краю картинки, тем его яркость меньше. Рефлексы формируются сразу всем кристаллом. Ближние рефлексы отражают порядок в расположении соседних плоскостей кристаллической решетки, а чем рефлекс дальше, тем более удалены друг от друга создавшие его плоскости, относительный порядок в расположении которых может быть хуже. Симметрия в расположении рефлексов отражает симметрию решетки в направлении, перпендикулярном лучу рентгена. Или потока электронов — с изобретением электронного микроскопа в руках материаловеда появился метод микродифракции, которая возникает из-за рассеяния электронов на той же кристаллической решетке (вспомним, что в соответствии с принципом Луи де Бройля любую частицу можно представить в качестве волны определенной длины, зависящей от массы этой частицы). «Микро» появляется в этом слове потому, что дифракцию получают от крошечного пятна на поверхности образца, в то время как рентгеном исследуют крупные образцы.

Этот краткий экскурс в основы рентгенографии нам понадобился потому, что картинка микродифракции, которую 8 апреля 1982 года увидел в электронном микроскопе Дан Шехтман, изучая в американском Национальном институте стандартов быстро закаленный сплав системы Al-Mn ($Al_{86}Mn_{14}$), была очень странной. Во-первых, яркость рефлексов падала с расстоянием значительно, а во-вторых, у картинки была симметрия пятого порядка, то есть она совмещалась сама с собой при повороте на $1/5$ окружности. Этого не могло быть, потому что пространство невозможно плотно заполнить фигурами на основе пятиугольника. Иными словами, элементарная ячейка, увиденная Шехтманом, противоречила принципу Гауи, но, несмотря на это, в расположении плоскостей решетки был хороший дальний порядок. Как сказано в материалах Нобелевского комитета, это вызвало настоящее смятение умов.

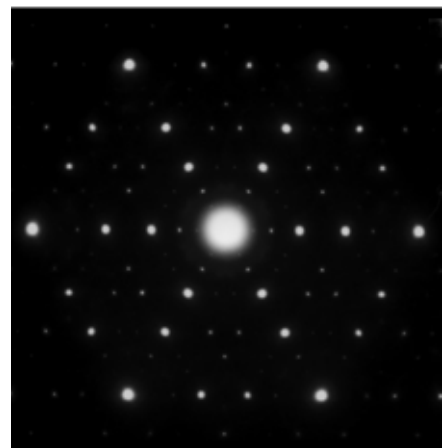
Коллеги восприняли новость холодно — говорили, что Шехтман неверно интерпретировал результаты, заведующий лабораторией порекомендовал ему



почитать учебник по кристаллографии, а потом попросил покинуть исследовательскую группу. С чем же можно было спутать столь яркую дифракционную картинку? В кристаллах время от времени возникают двойники: в них кристаллическая решетка зеркально отражает решетку остального кристалла. Если в пятно, от которого получена микродифракция, попал двойник, симметрия дифракционной картинки действительно будет необычной. Однако случайно попасть в двойник можно один раз. Если же дифракция получена от разных участков образца, то ссылаться на случайность становится неловко.

Спустя год Шехтман защитил диссертацию в израильском Технионе, и у него появилось время внимательнее разобраться со скандальными данными. В этом ему помог Илан Блех. Летом 1984 года они подготовили статью для «Journal of Applied Physics», однако редактор сразу же по получении отверг статью даже без рецензентов. Тогда Шехтман попросил известного материаловеда Джона Кана, который в свое время помог ему попасть в Институт стандартов, посмотреть на полученные данные. Кан согласился и привлек к работе французского кристаллографа Дениса Гратиаса. Тот никаких ошибок у Шехтмана не нашел.

Авторитет столь заслуженных ученых сделал свое дело, и в ноябре 1984 года за четырьмя подписями вышла статья в «Physical Review Letters». Это привело к новой волне критики. Однако многие исследователи стали извлекать из своих архивов аналогичные картины дифракции, которые они в свое время сочли странным курьезом и порождением двойников. Вспомнились и ранние публикации об открытии схожих эффектов. Так, еще в 1939 году в сплаве системы Al-Cu-Fe была найдена странная дифракция, расшифровка которой в 1987 году показала, что это икосаэдрический квазикристалл. Кроме того, в архивах обнаружили и другие невозможные виды симметрии — восьмого и двенадцатого порядков.

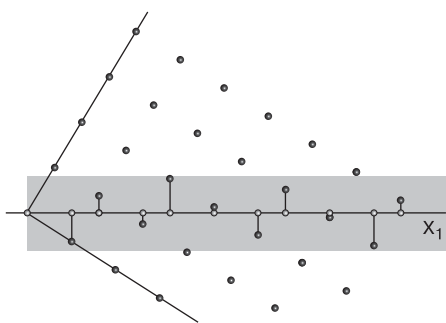


Слева дифракция от квазикристалла системы Al-Pd-Mn вдоль оси симметрии пятого порядка, а справа — привычная дифракция от кристалла с разрешенной симметрией шестого порядка (по данным К. Эдогавы)

Вскоре выяснились совсем удивительные подробности: квазикристаллы — необязательно нечто неравновесное, получающееся при быстрой закалке; существуют и вполне стабильные квазикристаллические фазы. Из них даже начали выращивать монокристаллы, что существенно облегчило изучение структуры и свойств этих необычных веществ. Кроме того, удалось в общих чертах сформулировать, при каких обстоятельствах следует ожидать появления стабильных квазикристаллических фаз.

Привет из шести измерений

Но каков порядок в расположении атомов квазикристалла? Ответить на этот вопрос помогли математики. В 60-х годах была поставлена задача: построить мозаику из ограниченного количества элементов, которая заполняла бы пространство так, чтобы локальный узор не повторился никогда и нигде. Эту задачу решил спустя десять лет британский математик Роджер Пенроуз, который придумал паркет, носящий ныне его имя, всего из двух типов ромбов. Эту теорию к материаловедению применил кристаллограф Алан Маккей. Он поместил в узлы паркета Пенроуза атомы, рассчитал картинку дифракции и получил прекрасные рефлексы, причем с симметрией десятого порядка. Об этой работе знал физик Пол Стейнхардт из того же Института стандартов. Получив на рецензию статью Шехтмана с Каном и другими коллегами, Стейнхардт сразу же сообразил, что необычная дифракция имеет прямое отношение к моделированию Маккея. Он засел за статью, и уже в конце 1984 года вышло объяснение дифракции Шехтмана как следствия аперидического порядка. В этой-то статье впервые появляется термин «квазикристалл». В своей объемной ипостаси паркет Пенроуза принял вид мозаики



Чтобы превратить периодическую решетку в аperiodическую, возьмем двумерную решетку. Проведем ось X_1 под иррациональным углом к имеющимся осям координат. Нарисуем плосость, параллельную этой оси, и спроецируем узлы, попавшие в нее, на ось. Получится псевдопериодическая одномерная решетка

из икосаэдров — двадцатигранников с треугольными гранями, причем в каждой вершине сходится пять треугольников — отсюда и симметрия пятого порядка.

Описывать подобную структуру непросто, но возможно. Опыт у материаловедов имелся: еще в конце тридцатых годов были найдены так называемые несоизмеримые длиннопериодические фазы. Представим себе решетку как набор параллельных плоскостей. В каждом слое принцип укладки атомов одинаковый, однако плоскости смещены относительно друг друга на некоторую долю периода такой укладки. Если это смещение составляет целую долю периода, скажем, одну десятую, то элементарную ячейку построить можно, только она будет очень большой, поскольку включит в себя все эти десять слоев. Но возможен и более интересный результат — смещение на иррациональное число, которое нельзя получить делением никаких целых чисел друг на друга (примеры — число «пи» или основание натурального логарифма e). При таком смещении никогда, ни при каком увеличении периода атомы очередного слоя не окажутся непосредственно над атомами любого другого слоя, а значит, элементарную ячейку построить нельзя. Эти решетки и назвали несоизмеримыми фазами.

Для их описания придумали необычный выход — привлекли дополнительное, четвертое, пространственное измерение. В нем, в четырехмерном пространстве, в расположении атомов имеется полный трансляционный порядок. Однако можно построить такую проекцию на три измерения (см. рис.), в котором эта трансляционная симметрия вырождается в аperiodическое расположение плоскостей, но при этом все равно получится правильная дифракционная картинка, как если бы рентгеновские лучи взаимодействовали с той исходной, четырехмерной решеткой.

Именно такой способ решили применить для описания открытых Шехтманом необычных структур, только в этом слу-

чае привлекли шестимерное пространство: там имеется полный трансляционный порядок, а вот при проекции на трехмерное пространство он исчезает и превращается в видимость пентагонального беспорядка. Этот подход позволил объяснить все особенности дифракции от квазикристаллов.

Столь замысловатое объяснение устроило далеко не всех. До сих пор существует мнение, что квазикристалл — это на самом деле микрокристаллическое состояние, в котором икосаэдрические кластеры достаточно случайно соединяются друг с другом, обеспечивая видимость дальнего порядка. Никаких кристаллографических запретов на такого рода упаковку нет, ведь кластер может иметь какую угодно форму — ему не нужно своей решеткой заполнять бесконечное пространство. Различить шестимерную решетку и упаковку кластеров нелегко, поэтому в значительной части этот вопрос остался открытым.

Квазикристаллическая прочность и скользкость

Как выяснилось, отсутствие трансляционной симметрии сильно сказывается на свойствах этих материалов. В обычном кристаллическом металле, структуру которого можно получить бесконечным числом параллельных переносов элементарной ячейки, и транспорт электронов, и транспорт фононов — колебаний ионного остова решетки — определяются этой периодичностью. Например, фононы рассеиваются на границах ячеек и при условии, что длина волны колебаний не кратна периоду решетки. Это важно потому, что фононы переносят тепло. Аналогично ведут себя и волны плотности электронов, с которыми связан перенос электрического тока. В квазикристаллах, где нет такой периодичности, фононы рассеиваются гораздо сильнее и тепло передается плохо. Плохо двигаются и электроны, они оказываются большей частью запертыми в своих икосаэдрах: число свободных носителей заряда — по одному на 20—25 атомов. Это сказывается не только на электропроводности, но и на поглощении света: квазикристаллы отлично поглощают весь видимый спектр, а максимум отражения приходится на тепловую инфракрасную область. Еще одно проявление особенности электронного строения квазикристаллов — низкая энергия поверхности, из-за чего она оказывается скользкой, занимая промежуточное положение между тефлоном и нержавеющей сталью. Отсутствие трансляционного порядка сказалось и на прочности — как и в случае аморфных материалов, изменился механизм деформации. Результат оказался схожим: высокая



НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ

прочность при низкой пластичности.

Все это и определило принципы практического использования квазикристаллов. Прочность и твердость — это особые изделия вроде игл для микрохирургии глаза или упрочняющие частицы в кристаллических сплавах. Обычно ту же сталь упрочняют частицами карбидов, нитридов или боридов легирующих элементов, создавая их во время фазового превращения. Квазикристаллы могут образовываться точно так же, однако в их состав не входят атомы неметаллов. В некоторых случаях создание материала только из металлических атомов предпочтительнее. Так или иначе, уже появились промышленные марки стали, упрочненной квазикристаллами (правда, скорее всего факт присутствия квазикристаллов зафиксировали позднее, а сначала это была просто очень хорошая сталь). Плохая теплопроводность в сочетании с не очень хорошей, но все же не нулевой электропроводностью делает квазикристаллы отличным материалом для термоэлектрических преобразователей, которые должны утилизировать бросовое тепло тех же двигателей внутреннего сгорания. Особые тепловые свойства нужны и для создания тепловых коллекторов в солнечной теплоэнергетике. А в сочетании с высокой скользкостью они дают возможность квазикристаллам проявить себя и в качестве антипригарного покрытия для сковородок.

Нельзя сказать, что за тридцать лет работы все возможные квазикристаллы уже получены и исследованы. Создание и внедрение новых материалов — процесс не самый быстрый, поэтому вполне можно еще ожидать приятных сюрпризов. Однако открытие квазикристаллов уже изменило основы науки: теперь для признания кристаллической структуры достаточно хорошей дифракции. Правильного строения с трансляционной симметрией больше не требуется.

Что еще почитать о квазикристаллах:

Ю.Х.Векилов, М.А.Черников. Квазикристаллы. Успехи физических наук, 2010, т. 180, № 6.

Квазикристаллы и квазиобразование

Вручение Нобелевской премии по химии в этом году Даниэлю Шехтману, профессору Израильского технологического института в Хайфе (Технион), за открытие квазикристаллов удивило многих. Кто-то впервые услышал об этом открытии, кто-то отрицал существование такой формы организации материи, а кто-то и вовсе не понимает, что это такое. С тем, что такое квазикристаллы, нашим читателям помогла разобраться предыдущая статья. А теперь мы предлагаем вам небольшое интервью с лауреатом, которое по просьбе «Химии и жизни» Даниэль Шехтман дал давнему другу нашего журнала и постоянному автору, химику и журналисту Захару Гельману.



Почему так долго пришлось ждать признания? Ведь квазикристаллы вы открыли почти тридцать лет назад, в 1982 году.

Всегда какие-то ученые достигают успехов, которые выделяют их на фоне других. Но в наше время почти невозможно выявить ученого или коллектив исследователей, на несколько голов опережающих своих коллег. Ведь современные коммуникации, международные конференции, публикации в престижных журналах раздвигают стены любых лабораторий. Нобелевской премии достоин каждый ее лауреат, но не каждый достойный такую премию получает. Выбрать трудно.

И все-таки известно, что в определенном смысле вы шли против течения. Квазикристаллы, которые внешне вроде бы еще кристаллы, но по строению — аморфные вещества, вы выделили в новый отдельный класс тел. Против этого выступил один из выдающихся химиков-кристаллографов прошлого века Лайнус Полинг, дважды лауреат Нобелевской премии. Все-таки странно, что химик такого масштаба, по сути, отвергал все исследования по квазикристаллам.

Лайнус Полинг был моим главным оппонентом. Он посвятил десять лет жизни борьбе с моим открытием. Этот человек обладал огромным авторитетом, и не только в научном мире. В существование квазикристаллов он совершенно не верил. Это ведь его слова: «Нет квазикристаллов, есть квазиученые». Мне же лично он говорил: «Дани, вы несете чепуху!»

Чем объясняется предвзятое отношение Полинга к вашим исследованиям?

Это неверно! Никакой предвзятости и в помине не было. Просто научная позиция Полинга не допускала существования квазикристаллов. Ведь незыблемость принципа цикличности в организации материи еще совсем недавно разделяли большинство кристаллографов. У меня с Полингом были прекраснейшие личные отношения. Не раз, оказавшись на одних и тех же симпозиумах и конференциях, мы вместе обедали. Однажды я даже набрался смелости и прочитал ему лекцию. Обычно я предстаю в качестве лектора перед десятками и даже сотнями человек. А тут один, но великий!

Однако убедить Полинга вы все-таки не смогли?

Нет. Но именно тогда я понял, почему Полинг ни в коем случае не примет моих доводов. Он признался, что «никогда не смотрит в электронный микроскоп».

Вот это очень важный момент, многое объясняющий. Я беседовал с вашими коллегами из Научно-исследовательского института имени Хаима Вейцмана в Реховоте, бывшими москвичами Григорием Лейтусом и Александром Васкевичем, которые в свое время работали в Москве в академическом Институте металлургии им. А.А.Байкова и Институте стали и сплавов. И они в один голос утверждают, что вы — «тот ученый, который работает руками».

Да, но я еще и книги пишу. В принципе я мог бы порекомендовать Лайнусу Полингу ознакомиться с моей книгой. Но такая рекомендация знаменитому ученому, который сам написал множество трудов, выглядела бы по меньшей мере слишком самоуверенной. Основной труд Полинга «Природа химической связи и структура молекул и кристаллов» вышел в 1939 году, а потом многократно дополнялся и переиздавался. Примерно за полгода до смерти, в 1994 году, он предложил мне совместно написать книгу. Я согласился, но с условием, что он должен признать существование квазикристаллов. Полинг улыбнулся и высказался в том смысле, что «совместную книгу писать пока рано».

Довольно жесткий и даже обидный ответ. Не так ли?

Нет. Просто Полинг никогда не кривил душой. Он говорил то, что думал. Честно говоря, мне бы очень хотелось, чтобы признание моего открытия и Нобелевская премия случились еще при жизни этого великого ученого...

Нобелевские премии по химии в последние годы присуждали по меньшей мере двум ученым, нередко из разных стран. Вы — нобелиат-одиночка. Нельзя ли такое решение Нобелевского комитета объяснить тем, что ваши исследования намного опередили всех других претендентов-номинантов?

Этот вопрос правильнее было бы адресовать не мне, а Нобелевскому комитету и Шведской академии наук, которые выбирают

лауреата. Повторю свою мысль: не каждый достойный ученый получает звание академика, а тем более Нобелевскую премию.

До 1982 года, когда впервые стали известны результаты ваших исследований, и особенно до 1984 года, когда в международном научном журнале была опубликована ваша основополагающая статья, кто-нибудь догадывался, что цикличность — не единственный способ организации атомов в пространстве?

По крайней мере, в средневековой Испании во времена владычества мусульман строили минареты и мечети с аперидическим мощением. Такого строение «квазикристаллов». Пример тому — дворец Альгамбра в Гранаде, украшенный «квазикристалльными» орнаментами. В Иране тоже встречаются такие здания, обычно культовые. Если принять, что составляющие этих орнаментов — «атомы», то, несомненно, надо признать существование почти тысячелетие назад догадок о строении особого рода тел, которые тогда не были известны. Однако зодчество средневековых архитекторов прямого отношения к химии не имеет. Важный вклад в математическое понимание аперидичности внес ныне здравствующий английский математик Роджер Пенроуз, который в 1976 году нарисовал мозаику, названную его именем.

Вы десятый израильтянин, удостоенный Нобелевской премии, и четвертый, получивший эту премию по химии. Советские, а затем и российские ученые получили немало Нобелевских премий в области науки, но большинство из них по физике. В области же химии нобелевским лауреатом стал только академик Николай Николаевич Семенов в 1956 году. Не связан ли факт получения израильтянами высших научных наград именно по химии с тем, что первый и четвертый президенты Израиля, Хаим Вейцман и Эфраим Кацир, настоящая фамилия которого Качальский, по специальности тоже были химиками и внесли важный вклад в эту науку?

Достижения в той или иной области науки напрямую никак не связаны с «административным ресурсом». По крайней мере, в Израиле такого не было и нет. Что же касается лично меня, то всю свою жизнь я провел в хайфском Технионе. Хотя набирался опыта и делился им также и в зарубежных университетах. До сих пор состою профессором университета штата Айова и сотрудником лаборатории министерства энергетики Соединенных Штатов. Но основное мое место работы — факультет материаловедения Техниона. Я горжусь курсом, который создал еще четверть века тому назад.

С финансами мне помог израильский венчурный фонд. Не могу не назвать Стефа Вертхаймера, крупнейшего израильского промышленника, металлурга по специальности, который помогал и продолжает помогать многим ученым. Этот незаурядный человек читал лекции по материаловедению моим студентам. Он же в индустриальном парке Лавон в Верхней Галилее создал профессиональный образовательный центр, включающий в себя школу и колледж технических наук. Замечу, что упомянутый вами Эфраим Кацир был биофизиком, а вот его брат Аарон Кацир, погибший от рук террористов, — выдающимся химиком.

Но дело не в этом. Я себя тоже не могу отнести, так сказать, к «чистым химикам». Кристаллография — междисциплинарная область, имеющая отношение не только к химии, но и к физике, математике и материаловедению. Убежден, что XXI век — это век не какой-либо отдельной науки, а естествознания в целом. Говоря научным языком, на смену дивергенции пришла конвергенция. Единство материального мира диктует свои законы.

Известно, что вы жестко критикуете нынешний уровень образования, особенно в средней школе. Думаю, что не только меня смутило ваше предложение ввести закон, согласно которому родители несут уголовную ответственность за образование своих детей.

Боюсь, меня поняли превратно, поэтому поясню. Я говорил об ответственности родителей за то, чтобы дети изучали ос-



ИНТЕРВЬЮ

новые дисциплины естественно-научного и гуманитарного циклов. Если родители желают, чтобы их чада особенно отличились в познании иудаизма, ислама или христианства, то дети должны заниматься этим в свободное от основной учебы время. Но, подчеркиваю, я имею в виду государственные школы, получающие государственное финансирование. Мое внимание к среднему образованию объясняется тем, что школа воспитывает ребенка и дает ему базовые знания.

И поэтому при встрече с премьер-министром Биньямином Нетаньяху вы призвали его обратить внимание именно на школу?

Я высказал свое мнение по поводу уровня школьного образования в мире и свою принципиальную позицию в этом вопросе. В конце концов, во всех странах и на всех континентах школьники изучают одни и те же физические законы, математические теоремы и химические формулы. Не могу представить себе выпускника современной школы, не знающего математики — инструмента к познанию материального мира. Но и зацикливаться на теоремах и формулах было бы неправильно. Ведь багаж научных знаний для школьника не может расти в той же прогрессии, что для ученых или даже для студентов. Необходимо создавать интегративные междисциплинарные курсы, которые с позиции гуманитарных наук (например, истории, философии, социологии) знакомят бы школьников с последними достижениями науки. Иначе даже хорошо подготовленный старшеклассник ничего понять не сможет.

На ваш взгляд, с чего необходимо начинать реформу образования?

Прежде всего надо поднимать авторитет и профессиональный статус учителя. В Сингапуре я был приятно удивлен высокими зарплатами учителей, среди которых немалый процент составляют мужчины. Там на каждую учительскую вакансию претендуют девять кандидатов. В обществе должно ощущаться почтение к образованию. И очень важной мне видится проблема дисциплины в классе.

У меня нет сомнения, что именно в уважении к учителю и почтении к образованию вы растили своих детей. Две ваши дочери получили докторские степени, сын готовится к защите диссертации, а еще одна дочь получила медицинское образование и работает стоматологом.

(Смеется.) Вы забыли упомянуть, что моя жена Ципора — профессор психологии Хайфского университета. Если же говорить серьезно, то образование не определяется количеством научных степеней. Нынешнее поколение не может ограничивать себя просто грамотностью. Пусть даже компьютерной.

Если я вас правильно понял, то нобелевские лауреаты «выкристаллизовываются» еще на школьной скамье. И молодые люди не должны получать «квазиобразование». Совершенно верно! Потому что с «квазиобразованием» ни к каким кристаллам не подступишься!

Реховот — Хайфа

Тень, знай свое место!

Каким будет образование, школьное и университетское, такими и будут наука, промышленность, будущее нашей страны. Трудно противостоять произволу чиновников, которые перекраивают наше образование в угоду знать бы чему и кому. Но уж во всяком случае – не обществу. И тем не менее очень важно, чтобы голоса умных людей были услышаны. Поэтому наш журнал продолжает обсуждать эту тему с лучшими представителями науки, умнейшими людьми нашего времени. Сегодня на вопросы главного редактора журнала Любови Стрельниковой отвечает член-корреспондент РАН, директор Института мозга человека им. Н.П.Бехтерева РАН в Санкт-Петербурге **Святослав Всеволодович Медведев**.



«Прежнее образование плохое, потому что устарело. Надо его изменить в соответствии со временем». Как вы оцениваете этот тезис – с точки зрения здравомыслящего ученого и с точки зрения физиологии мозга?

Не могу разделять здравомыслие и физиологию мозга. С этих позиций хочу сказать, что у нас было правильное образование, причем еще в дореволюционные времена, когда работали гимназии, реальные и высшие училища. Они отражали понимание, что высшее образование нужно не всем, в отличие от нынешней установки. Кто-то может стать прекрасным инженером, кто-то – исследователем, а кто-то – великолепным техником, механиком.

Цель и суть образования были понятны и принимаемы всеми – научить думать, научить изъясняться, в том числе и на других языках, научить вести себя

в обществе. Иными словами – дать стране образованного, то есть умеющего думать, культурного человека.

Наше образование имело корни и традиции, заимствованные у Европы, в первую очередь Германии. Советская школа, конечно, привнесла в образование идеологию. Я помню, как моя учительница по литературе, когда мы изучали «Горе от ума», комментировала пассаж «не то на серебре, на золоте едал»: «Вот ведь как жили, негодяи, из золотой посуды ели!» Но в целом советское образование сохранило много хорошего из прежней системы. В том числе – традицию учить по хорошим учебникам, например алгебру – по Киселеву.

Учитель всегда был уважаемым человеком. Директор гимназии мог быть тайным советником, то есть генералом по табели о рангах. Сейчас учителя находятся на самом дне. И я полагаю, что это сделано сознательно. В результате у нас сегодня проблема с педагогами, с кадрами. Уже мало кто из учителей может объяснить смысл многого, да тех же литературных произведений. В результате мы не понимаем и потому не знаем Пушкина. Мы знаем наизусть «Мой дядя самых честных правил, когда не в шутку занемог...», но смысла этой фразы не понимаем, то есть трактуем ее совершенно неправильно.

Образование – это инструмент передачи знания от поколения к поколению. Хотите лишить страну будущего – лишите ее знания. А сегодня мы растрчиваем и забываем мудрость поколений.

Но ведь в старом образовании так много ненужного, утверждают реформаторы...

В прежнем образовании присутствовали, казалось бы, ненужные вещи. Например – переписывание и заучивание огромных кусков текста. Однако и то и другое чрезвычайно важно для развития мозга. Оттачивание каллиграфии, то есть постоянная мелкая моторика, прекрасно развивает мозг, а заучивание текстов – память. Даже сегодня я могу разобрать каждое слово, написанное моим прадедом безупречным почерком. А вот что пишет нынешняя молодежь – разобрать невозможно. Моя бабушка, закончившая Вильнюсский институт благородных девиц, прекрасно решала математические задачи и понимала французский.

Зачем нужна математика? Да хотя бы потому, что ее законы – например, от перемены мест слагаемых сумма не меняется – работают и в житейском смысле. Многие явления – это представления одной и той же логики. Математика позволяет их обезличить и свести к одному знаменателю, дает понимание общности материального мира. Математика показывает, что мир устроен определенным образом. Алгебра позволяла овладеть общими закономерностями, развивала комбинаторное мышление, умение принимать решения.

Результат, несомненно, был. Я помню, когда появился тест на IQ, мы, студенты физфака, тестировали друг друга и у нас у всех IQ зашкаливал за 200. И не потому, что все мы были такие уж умные. А потому, что наши мозги были тренированные. У нас легко включалась память, поиск, мы легко выявляли закономерности.

Видимо, реформаторы вовсе сбрасывают со счетов законы развития мозга.

Напрашивается сравнение: дорвавшись до автомобилей и усевшись за руль, мы решили, что теперь не надо учить ребенка ходить. Забыли, что мозг человека должен постоянно развиваться, поэтому его надо непрерывно занимать и тренировать самыми разными задачами и занятиями. Для нынешних молодых задача перемножить 25 на 300 – невыполнимая мысленная работа. А зачем, есть же калькулятор? Мы не нагружаем мозг и тем самым обрекаем его на деградацию. Что не используется, то отмирает.

В нашем Институте мозга человека РАН мы сделали тест на память, чтобы исследовать, как активизируется мозг в момент



ИНТЕРВЬЮ

вспоминания. Испытуемым предлагали вспомнить исторические даты, события – самые известные. Оказалось, что нынешние тридцатилетние не знают историю своей страны. Вот как бы вы ответили на вопрос, кто и когда освободил в России крестьян?

Вы имеете в виду отмену крепостного права? Александр Второй в 1861 году.

Вот видите, у нас с вами эти даты, это знание отскакивают от зубов, нас хорошо учили. А молодые отвечали, например, так: «Крестьян освободил Александр Третий в 1918 году». Разумеется, необязательно знать историю, как знают ее профессионалы. Но человек, не имеющий понятия об истории своей страны, никогда не полюбит ее. Не говоря уже о том, что знание истории развивает не только память, но и логику. Когда человек отвечает, что царь отменил крепостное право в 1918 году, он либо просто ничего не знает, либо не помнит этой конкретной даты. Но в таком случае он должен был простым логическим рассуждением прийти к выводу, что это не может быть 1918 год, то есть следующий год после Октябрьской революции, ведь царский режим был уже свергнут.

Ну вот, скажут реформаторы, у нас тут цифровые технологии, новая технологическая реальность, а вы все про крепостное право. Мир изменился до неузнаваемости, поэтому учить надо другому и по-другому, на компьютерах. Так?

Не так! Не изменилось главное – логика развития мозга и глубинные, базовые человеческие ценности. Человечество не раз переживало сильные потрясения от технологического развития. Возьмите, к примеру, промышленную революцию – появление парохода, паровоза, автомобиля, телефона и телеграфа. Это были неожиданные и очень сильные воздействия на людей. Но при этом люди оставались людьми.

Все нынешние нововведения – в порядке вещей. Да, появился удобный мобильный телефон, но смысла жизни он не меняет. «Вот уже и радио изобрели, а счастья как не было, так и нет». Не надо преувеличивать значение новых факторов. Появились новые болезни? Но ведь человек стал жить дольше, и прежде он просто не доживал до этих болячек. Появились страшные стрессы? Но и это не так. Человек всегда испытывал стрессы, когда в джунглях удирал от хищника. Просто мы разучились нормально выходить из стресса – бежать, плакать. А мы сидим и горе водкой заливаем.

Мы изменили жизнь, точнее ее антураж, экстерьер, но не изменили ее логики, смысла и базовых, данных от природы ценностей. Технологии не меняют глубинных вещей. Жизнь стала быстрее, но при этом менее обдуманной. Мы перестали понимать даже очевидные вещи: скажем, ребенок, который с четырех лет видит порнуху на экране, будет заведомо испытывать трудности при создании семьи. Здесь нужна жесткая цензура государства, это его ответственность.

Да, мы получили огромный информационный и коммуникационный ресурс. Но цифровые технологии не только не ускоряют эволюцию мозга, но и способствуют ее регрессу. А стучать по клавишам можно научить и обезьяну.

Поясните.

Интернет создает иллюзию общения, однако на самом деле изолирует и разобщает людей. А общение лицом к лицу – это мощный фактор развития мозга. Согласитесь, преферанс на компьютере – это совсем не то, что с друзьями, когда ты можешь обмениваться новостями, делиться проблемами, решать вопросы и содержательно проводить досуг. Но самый сильный стимул для развития мозга – творчество и фантазия. Компьютеры со своими игрушками, социальными сетями, бесконечными картинками и фильмами отвлекли детей от чтения книг. И это губительно для индивидуального развития мозга, потому что только чтение книг будит и развивает фантазию. Ты должен мысленно переноситься в разные эпохи, представлять себе героев, думать вместе с ними, принимать решения. У каждого из нас был свой образ Д'Артаньяна, семнадцатилетнего мальчишки. А теперь для всех он – Михаил Боярский. В кино невозможно показать, почему герой принял то или иное решение. Принятие решения – трудный процесс, логику которого необходимо понять при чтении и тем самым обогатить свой интеллект. Мы меньше думаем, что будет, если, и все больше используем готовые решения, почерпнутые в интернете. Нынешняя молодежь не читает, поэтому не знает разных возможных типовых решений в разных ситуациях и их последствий, не умеет моделировать их, разучилось включать здравый смысл и логику. Мы слишком много доверяем компьютеру, придаем ему функции, которых у него не должно быть. Так и хочется сказать словами Евгения Шварца: «Тень, знай свое место!»

Молодежь нынче разная, но большинство действительно читает мало. Зато все как один стремятся получить высшее образование.

Я уже говорил, что кому-то, чтобы чувствовать себя счастливым, надо окончить университет, а кому-то – техникум. Дело в том, что способности у людей разные. И у тех, кому трудно учиться в университетах, развивается комплекс неполноценности, который, несомненно, омрачает жизнь и делает человека несчастным. В нормальной армии кто главный? Сержант, а не офицер. Сержант, который учит солдат, живет с ними, то есть всегда при них. Такие люди очень нужны. Хорошие техники и механики на вес золота в любом академическом институте. Помните Гошу из фильма «Москва слезам не верит»? Он счастлив в своей профессии, потому что незаменим, без него ученые как без рук, не могут сделать работу. Успешность в профессии, какой бы она ни была, незаменимость – это то, из чего произрастают достоинство, высокая самооценка и самоуважение. Именно это делает человека счастливым.

Однако нынешняя школа ориентирована на подготовку к ЕГЭ для поступления в вузы.

Я думаю, что ЕГЭ, если его правильно организовать, не такая уж плохая идея. Во всяком случае, он дает шанс детям из глубинки попасть в столичные вузы. На самом деле нужны школы с углубленным изучением культуры в широком смысле, чтобы ее выпускник умел читать и анализировать тексты, умел логически мыслить и учиться. Остальное – глубокое изучение отдельных дисциплин – оставьте университетам. Школа должна дать ребенку необходимый минимум знаний по всем дисциплинам, развить мозг, чтобы он научился думать, и воспитать гражданина.

Образование не за тем, чтобы знать все – это и не нужно. Образование должно дать понять человеку его место в этом мире. Культурный человек должен понемножку знать обо всем.

Боюсь, что теперь уже не получится – ребенку придется выбирать предметы, которые он хочет изучать, то есть составлять программу своего обучения.

Ребенок не может выбрать предмет, не может составить индивидуальную программу обучения. Он никогда не выберет чистописание, потому что скучно, и химию или физику, потому что трудно. Он будет выбирать учителя, который не требует, не ругает, а раздает конфеты на уроках. Ребенок не знает, что ему действительно необходимо, не может отличить хорошее от плохого. Индивидуальное обучение – хорошая идея. Но не реализуемая в нашей школе.

Вообще, мне не нравится экспериментирование с обучением в школе. В 90-е годы в моду вошли так называемые школы сотрудничества, где учителя и ученики на равных. А в результате выпускники не знают таблицу умножения. Школы, выпускающие человека, не знающего таблицу умножения, не имеют права на существование. Стратегия сотрудничества возможна только среди равных. В школе о равенстве речь не идет и не должна идти. Речь может идти только о жесткой дисциплине. Образование без принуждения не бывает. Это ведь еще из средних веков к нам пришла мудрость, что «Уши слушателя у него на спине», то есть сечь его надо.

Кто должен определять содержание образования?

В первую очередь специалисты по возрастной физиологии. Мозг формируется до 17 лет, поэтому до этого возраста определенные операции на мозге не делают. Разная элементная база мозга созревает в разное время, в разном возрасте. Поэтому сначала надо определить, исходя из физиологии, когда и чему учить. Потом надо определить, какую необходимую и достаточную сумму знаний надо передать ребенку. Все знать невозможно да и не нужно. Надо знать принципы и логику и знать, где посмотреть формулу или состав и способ приготовления цемента, если вы задумали построить себе пирамиду. Этот минимально необходимый набор знаний должны определять ученые, владеющие логикой своей науки. А затем опытные и успешные педагоги и методисты должны решить, в какой самой лучшей форме преподать это знание в школе. И не будем забывать, что у школьного и университетского образования есть еще одна очень важная функция – научить учиться. Именно это позволило мне, выпускнику физфака Ленинградского университета, переквалифицироваться в физиолога.

Каждый год к вам в институт приходят молодые аспиранты и сотрудники, продукт современной системы образования. И как они вам?

Чтобы работать в современной науке, надо знать очень многое. Должен признать, что теорминимум Ландау сегодня из молодых уже никто не сдаст. Молодые исследователи, которые приходят ко мне в институт сегодня, знают, да и то неуверенно, только свою узкую специальность и настроены на результат-инновацию. Им трудно, поскольку они не понимают, что они исследуют не электроэнцефалограмму (ЭЭГ), а работу мозга, и что ЭЭГ – это лишь одно из проявлений, точнее один из способов фиксации мозговой активности. Они приучены ставить эксперимент, фиксировать результаты и быстро писать статьи, чтобы опубликовать в научных журналах. Но вот думать, анализировать, строить гипотезы, устанавливать причину и следствие большинство не может. Этому их не научили. Я же обучен в свое время видеть и находить связи. Есть закономерности, общие для всего, и я могу их использовать. То, чем сегодня занимаются многие молодые, это не наука, а лаборантская работа.

Наука, как и наша жизнь, тоже стала быстрой, требующей немедленного результата, да еще «инновационного». На размышления времени не дается.

Эту ситуацию с инновациями я не понимаю. Рузвельт говорил, что, когда отцы-основатели вступили на берег Америки, они

не бросились открывать конторы, банки и офисы, они начали пахать и сеять. Без развитой промышленности инновации – пустой звук. Академик Владимир Максимович Тучкевич в свое время создал тиристорный переключатель (силовой электрический прибор), который используют во всех поездах, трамваях, троллейбусах. Эффект от внедрения окупил все затраты на содержание Академии наук за все годы ее существования. Но тогда была промышленность, были заводы в Саранске, в Таллине, которые могли воспринять эту инновацию и превратить ее в реальность.

Сегодня же алферовский Физтех (Физико-технический институт имени А.Ф.Иоффе) работает во многом на экономику США. Потому что его результаты (инновации) может воспринять только развитая промышленность. То есть наша наука инвестирует в экономику США.

Инновация должна быть только там, где есть проблема, которую она решает, и есть предприятие, которое ее может реализовать. Самый большой заговор против нашей страны – когда ее лишают производства наукоемкой продукции. Мы не производим микросхемы и компьютеры. Но даже то, что раньше с успехом производили и продавали, – турбины, электрогенераторы – теперь покупаем. Наши заводы покупают и закрывают.

Во время Второй мировой войны была уничтожена наука Германии, которая питала всю мировую науку и была самой сильной. Остались мы, преемники Германии с очень хорошей наукой. Теперь идет и ее уничтожение.

Здесь важно понять, что никогда не получишь ничего нового, занимаясь перспективными исследованиями. Именно поэтому Академия наук должна поддерживать только «бесперспективные исследования». За перспективные исследования, то есть имеющие явное прикладное значение, пусть платят государство и компании. В свое время лаборатории будущих Нобелевских лауреатов А.М.Прохорова (в России) и Ч.Х.Таунса (в США) хотели закрыть из-за их бесперспективности. А эта бесперспективность обернулась нобелевскими премиями по физике за 1964-й год.

Я думаю, что ученые определенного ранга, с известными именами и результатами должны иметь в своем распоряжении некий бюджет, который выделяется под их имя и который они тратят на исследования на свое усмотрение. В моем случае это должны быть десятки миллионов, в случае физика-ядерщика – сотни миллионов рублей. Выделять независимо от того, будет результат или нет, состоится прорыв или нет. Даже если прорыва не будет, исследователи пройдут тот путь, который все равно надо было пройти и за который рано или поздно все равно пришлось бы платить.

Наука начинается с отрицательного результата, когда что-то не сходится, не получается, уравнение не решается – разберись! Обнаружил странную аномалию – не отбрасывай, покопайся до сути!

Вы меня порадовали. Давно не слышала такого панегирика отрицательному результату.

Но это действительно так: отрицательный результат наиболее интересен в науке. Предположим, у вас была теория, гипотеза или предположение, что некое явление происходит так-то. И вдруг эксперимент не подтверждает, расчет не сходится. Ты впадаешь в изумление, и с этого момента начинается наука. Положительный результат – это когда мы в очередной раз подтверждаем, что старик Фарадей был прав, не более того. Либо получаем нечто, имеющее сугубо прикладное значение.

Отрицательный результат – это стимул к появлению нового, указатель нового. Наталья Петровна Бехтерева долгое время занималась исследованием творчества. Была гипотеза, что в момент решения творческой задачи у человека активируются определенные участки мозга. Решили посмотреть с помощью ЭЭГ – какие. Но эксперимент показал, что



активации отдельных участков нет! Это был отрицательный результат, не подтверждавший гипотезу. Тут-то и началось самое интересное. Ведь мозг не может не реагировать на творчество, он непосредственный участник процесса. Пришлось пересматривать идею и предположить, что в момент творчества активируется весь мозг, полностью. Это звучало маловероятно, но предыдущий отрицательный результат эксперимента подсказывал именно такой ход мысли. Вторая гипотеза блестяще подтвердилась при исследованиях на позитронно-эмиссионном томографе. Действительно, в момент творчества в боевую готовность приходят все участки мозга, потому что мозг не знает, какие ресурсы потребуются ему в следующую секунду.

Однако научные журналы не считают отрицательный результат ни предметом для публикации, ни предметом для обсуждения.

Да, раньше такие результаты публиковали, теперь – нет, только позитив и инновации. И в этом скрывается большая неприятность для науки. Давайте проведем мысленный эксперимент. Предположим, что я выступил с докладом на международной конференции NeuroScience и рассказал о своей гипотезе, что бессмертная душа и божественное начало находятся в таламусе. Я красиво и вполне убедительно обосновал свою гипотезу и описал эксперимент, который я еще не ставил, но который можно поставить и доказать с его помощью верность моей гипотезы. Из трех тысяч участников сто исследователей наверняка возьмутся проверить и поставят эксперимент. 95 получат отрицательный результат, а 5 – положительный, что укладывается в стандартную 5%-ную достоверность. В результате я получаю пять статей, подтверждающих мое высказывание, и ни одной (из 95) – опровергающих его, потому что отрицательный результат никто публиковать не будет. Выходит, что мое предположение было верно. Вот вам результат того, что научные журналы не публикуют отрицательные результаты.

Если ученый доказал, что он умеет работать и получать надежные результаты, если он публикуется в хороших журналах, его знают и уважают, то такой исследователь должен иметь возможность раз в три года публиковать свою гипотезу, какой бы безумной она ни казалась, теорию или что угодно в научном журнале без рецензии, с пометкой, что уважаемый автор несет полную личную ответственность за содержание статьи. Думаю, время для такого нововведения в науке пришло.



Неэкономное биотопливо

Дизель из пальмового масла отнюдь не уменьшает загрязнение атмосферы углекислым газом.

Агентство «AlphaGalileo», 3 и 13 ноября 2011 года

В числе легенд антропогенного потепления есть и такая: переход на топливо из возобновляемых источников сокращает выбросы углекислого газа. Примером такого топлива считается биодизель, потребление которого дотирует Еврокомиссия. А делают его из дешевого пальмового масла. Неудивительно, что пальмоводство на евросоюзские деньги получило широкое распространение в тропических странах, таких как Малайзия и Индонезия (в последней площадь плантаций к 2020 году превысит площадь Великобритании).



Однако исследователям из Лестерского университета во главе с Россом Моррисоном пришла идея поверить биотопливную гармонию алгеброй. И оказалось, что, во-первых, уничтожение многоярусного леса существенно сократило потребление углекислого газа растениями на введенной в оборот площади. Во-вторых, пальмы активно перерабатывают торф, то есть фактически производят топливо из ископаемого источника. В целом из расчета следует, что вклад биодизеля в эмиссию парниковых газов ничуть не меньше, чем от дичка «ископаемого».

Не лучше обстоит дело и с топливом из древесины. Ларс Зеттерберг, аспирант Гётеборгского университета, в своей диссертации пришел к очевидной мысли: если дерево растет сто лет, то, срубив его, перегнав на спирт и используя этот спирт как топливо для автомобиля, на нулевой баланс углекислого газа удастся выйти только через сто лет, когда новое дерево достигнет той же степени зрелости. Для быстрорастущих пород, вроде специально выращиваемых в Западной Европе ив и тополей, этот срок уменьшается до десяти лет. Все эти соображения не лишне иметь в виду, рассуждая о роли возобновляемых источников энергии в борьбе с глобальным потеплением.

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

Экономия света

Умная система очень эффективно управляет уличными фонарями.

Агентство «AlphaGalileo», 11 ноября 2011 года

Инженеры из Страны Басков придумали, как сэкономить до 80% средств, идущих на оплату уличного освещения, — а ведь они составляют до половины всех затрат испанских муниципалитетов на покупку электроэнергии. И всего-то расходов — оснастить уличные фонари датчиками, фиксирующими наличие людей или машин и направление их движения. Это сделали инженеры компании «Luix System», которая разрабатывает системы интеллектуального освещения. В результате фонари стали увеличивать и уменьшать яркость свечения в зависимости от того, где на улице находится человек и с какой скоростью он перемещается. Более того, датчики, объединенные в сеть с помощью уже существующих кабелей, научились предсказывать примерное направление движения пешехода. Если же какая-то лампочка перегорела, то диспетчер сразу же получит об этом сигнал и аварийная бригада выедет на место. Таким образом, пропадает необходимость в постоянных инспекциях состояния фонарей.

Первые опыты, проведенные в деревне Габирия, где система объединила 16 фонарей на одной из площадей, показали, что экономия составляет чуть более 100 евро в год на фонарь, из которых 60 пришлось на сбереженное электричество, а 40 — на обслуживание. В этом году 28 фонарей, установленных в городе Толоса, дали годовую экономию в 3,2 тысячи евро, а полное оснащение наваррских городков Исаба и Салинас в конце года принесет 20 тысяч евро. Всего же по Испании возможная экономия может достичь 250 миллионов евро в год.

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

Вкальвают роботы, а не человек...

Робот-биолог обрабатывает 500 культур клеток в месяц, а робот-материаловед дает 16 плавок в сутки.

Агентство «AlphaGalileo», 28 октября и 14 ноября 2011 года

То ли нехватка аспирантов, то ли желание отказаться от монотонного нетворческого труда побуждают немецких ученых к созданию роботов-лаборантов. Так, инженеры из Фраунгоферовского института промышленного инжиниринга и автоматизации вместе с коллегами из еще четырех институтов поручили роботу, который занимает небольшую комнату, выращивать клеточные культуры. Он сам помещает клетки в чашки Петри с питательной средой, сам время от времени смотрит на них в микроскоп, а затем по мере созревания культуры рассаживает ее в новые чашки. Встроенная в него система распознавания образов позволяет даже различать разные типы клеток, если они растут в одной и той же чашке. Выход составляет 500 культур в месяц. Такая высокопроизводительная работа ускорит исследования новых медицинских препаратов, функций белков в организме, да и вообще действенный любых химических веществ на живые клетки.

Другой робот-лаборант, созданный во Фраунгоферовском институте исследований кремния, помогает разрабатывать стекла с заранее заданными свойствами. Этот материал нужен, например, для крепления всевозможных датчиков к стенкам автомобильного двигателя. Он должен не только хорошо прилипать к металлу, но еще и иметь схожий с ним коэффициент теплового расширения, иначе он растрескается при нагреве-охлаждении двигателя. Чтобы подобрать правильный состав (а в него может входить до полусотни компонентов), нужно провести немало опытов. Одному человеку требуется целых две недели, чтобы изучить 16 композиций. Робот же справляется с этим за 24 часа. Он сам смешивает порошки сырья в разных пропорциях, сам бережно нагревает их в печках так, чтобы не возникла пена, разливает расплавленное стекло по формам, измеряет его вязкость, теплопроводность, угол смачивания и другие нужные для улучшения состава характеристики.

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

Сахарный свет

Окисляя глюкозу, можно получать электричество хоть из сока, хоть из крови.

«Energy & Environmental Science», 2011, 20 октября 2011 года, doi: 10.1039/C1EE02200H

Сахар — источник энергии для живого существа. Однако чтобы превратить его в источник электричества, требуется провести реакцию с кислородом: тогда в процессе окисления возникнет ток электронов. Проблема состоит в том, что сахар находится внутри живого организма, а кислород — снаружи. Японские исследователи во главе с Такео Мияки из университета Тохоку решили эти вещества соединить. Для этого они изготовили электрический генератор, который состоит из иголки-анода и газопроницаемого гидрофобного катода. Оснащенный тремя такими генераторами светодиод воткнули в виноградную лозу — и получили свет, который показывал уровень сахара в ягоде. Так виноградник превратился в потенциальный осветительный прибор.



Другим экспериментальным объектом стало ухо кролика — сосуды в нем крупные, расположены близко к коже, поэтому втыкать в них электроды-иголки несложно, сахар же в крови есть всегда. Не исключено, что любители пирсинга вскоре получат новый способ издеваться над своей внешностью и смогут втыкать лампочки себе в носы. Но разумеется, ученые думали о более полезных применениях — например, о том, чтобы обеспечить энергией подкожные датчики, следящие за состоянием здоровья человека.

Нелипкая жвачка

Эластичные белки злаков — вот что спасет нас от липкой гадости на мостовых.
Агентство «AlphaGalileo», 8 ноября 2011 года

Жевательная резинка, состоящая из каучука, ароматизаторов и подсластителей, к зубам не липнет, зато прилипает ко всему остальному, да еще плохо разлагается в окружающей среде. Жителям мегаполисов хорошо знакомы эти противные грязно-белые пятна, которыми покрыты тротуары вокруг мест скопления людей, например у входов в метро.

Профессор Эльке Арендт из ирландского Университетского колледжа в Корке предлагает радикальное решение проблемы: заменить синтетическую смолу на природное, биоразлагаемое соединение. И такое соединение ей известно: это модифицированные белки зерновых. С помощью специально разработанной технологии она научилась придавать им достаточную упругость, чтобы белковая жвачка ничем не отличалась от резиновой, и сейчас ищет партнера для производства такого полезного для окружающей среды продукта.

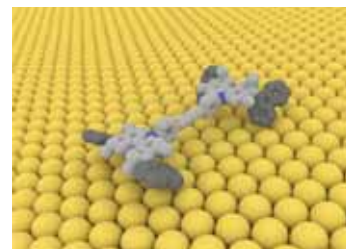
В з а р у б е ж н ы х л а б о р а т о р и я х

Наноавтомобиль

Электромобиль можно построить из пяти органических молекул.

«Nature», 2011, № 479, doi: 10.1038/nature10587

Электромобиль, синтезированный исследователями из бельгийско-голландского центра «EMPA» и Грёнингенского университета, состоит из одной линейной молекулы, к концам которой приделано четыре циклических. Чтобы заставить его перемещаться по поверхности, нужно с помощью зондового микроскопа закачать в «колеса» электроны. Они принесут с собой энергию, благодаря которой циклическая молекула перейдет в энергетически невыгодное состояние — у нее случится цис-транс-переход. В результате массивные боковые группы окажутся близко расположенными и станут деформироваться. После того как электрический ток выключат (например, отведя зонд микроскопа), боковые группы друг от друга оттолкнутся, пройдет обратное превращение и «колесо» провернется на пол-оборота. В эксперименте, который проводили сотрудники «EMPA» Карл-Хайнц Эрнст и Манфред Паршау, наноэлектромобилу удалось переместиться по прямой на шесть нанометров, что в полтора раза больше его собственной длины. Заднего хода у наноэлектромобиля пока нет. Но главное — теперь доказано, что такой автомобиль возможен.



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

Минимальная пена

Создана никелевая пена с плотностью меньше, чем у воздуха.

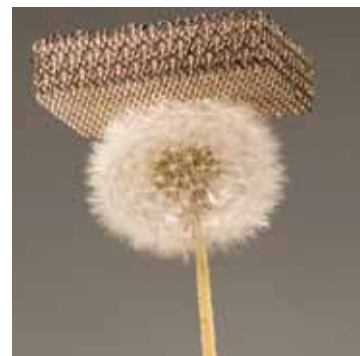
«Science», 2011, т. 334, № 6058, doi: 10.1126/science.1211649

Аэрогели, то есть композиты из твердого вещества и воздуха, — легчайшие твердые тела. До недавнего времени рекорд принадлежал аэрогелю из кремния — его плотность, $1,9 \text{ кг/м}^3$, всего в полтора раза больше, чем у воздуха ($1,2 \text{ кг/м}^3$).

Исследователи из Калифорнийского университета в Ирвине, Калифорнийского технологического института и компании «HRL Laboratories» во главе с сотрудником последней Тобиасом Шидлером по заказу оборонного агентства DARPA побили этот рекорд: они создали аэрогель на основе никеля, плотность которого почти на четверть меньше, чем у воздуха, — $0,9 \text{ кг/м}^3$. Как это может быть, не понятно (на фото кусок нового материала отнюдь не парит в воздухе), но именно так написано в научной статье. Видимо, вес собственно воздуха, занимающего 99,99% объема образца, в расчет не принимали.

Делали аэрогель так. Сначала создали матрицу из фотополимера: его раствор освещали тонкими лучами и полимер застывал в виде ажурной решетки. На нее нанесли тончайший, толщиной в десятки нанометров, слой никелевого покрытия. После растворения полимера и получился никелевый аэрогель. В отличие от монолитного металла он способен обратимо деформироваться на 50% и при этом довольно жесток: модуль упругости зависит от квадрата плотности, а не от куба, как у остальных аэрогелей.

Предполагается, что из нового материала будут делать аноды батареек, поглотители звуков, энергии и так далее. Однако возвращаясь к разговору о металле легче воздуха (см. «Химию и жизнь», 1998, № 5), отметим, что если в оставшиеся при растворении полимера трубочки закачать водород или гелий, то никелевый аэрогель имеет шансы взлететь.



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

Робот-паук

Создан одноразовый робот, передвигающийся на восьми лапках.

Агентство «AlphaGalileo», 7 ноября 2011 года

«Колесному или гусеничному роботу трудно передвигаться по пересеченной местности. Иное дело робот, подобный пауку-сенокосцу: ему никакие препятствия не страшны. А принцип передвижения он заимствовал у природного прототипа, который поджимает и распрямляет свои длинные ноги за счет перетока жидкостей внутри них. Робот, созданный исследователями из Фраунгоферовского института промышленного инжиниринга и автоматизации во главе с инженером Ральфом Бекером, использует воздух, который удлиняет и укорачивает его конечности. В каждый момент времени он стоит на четырех лапках, а остальными старается нащупать твердую почву, по которой можно сделать шаг. Помимо пневматических насосов он оборудован двигателями, перемещающими ноги.

Для создания робота применили трехмерный лазерный принтер, который выращивает деталь слой за слоем, наплавляя тонкий порошок полиамида. Такое изделие даже в одном экземпляре получается дешевым, поскольку не требует дорогих пресс-форм. Робот-паук оказался настолько недорогим, что его можно выбросить после однократного использования, поэтому отпадает надобность думать о повышенной надежности его узлов. Такие роботы нужны, чтобы осматривать места аварий в зонах, куда человеку вход воспрещен. Впрочем, кто знает, не станет ли робот-паук Бекера прототипом внедорожника будущего? Во всяком случае, принтеры, печатающие детали не из пластика, а из крепкого металла, уже есть.





Зигзаги демографии

Кандидат биологических наук
П. В. Турчин,
Коннектикутский университет

Совсем недавно нас на Земле стало семь миллиардов. При этом за последние сто лет население Земли увеличилось более чем в пять раз: 0,6 миллиарда в 1700 году, 1,63 миллиарда в 1900-м, 6 миллиардов в 2000-м, 7 — в 2011-м (рис. 1). В шестидесятые годы XX века население Земли росло так быстро, что ученые несколько раз всерьез предсказывали конец света, причем иногда с точностью до года, месяца и дня. Потом скорость роста населения Земли заметно снизилась, и дискуссии приняли иное направление: не станет ли трудоспособных людей слишком мало, чтобы прокормить пенсионеров, число которых все время возрастает? В российских популярных изданиях не раз писали, что к 2050 году население страны может уменьшиться вдвое. А может быть, кривая роста населения выйдет на плато и наша численность будет более-менее постоянной?

Область биологии, которая изучает колебания численности животных, называется популяционной динамикой. Этой науке более ста лет, и существуют модели, которые адекватно описывают изменения численности для разных видов животных. Но создавать такие модели для человека

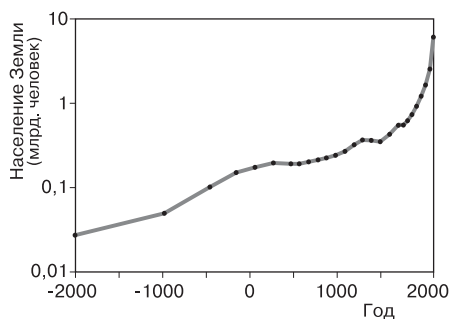
начали сравнительно недавно. Человек — не гусеница и не мышь-полевка, колебания его численности на Земле зависят от слишком многих факторов. Однако и они, как выяснилось, подчиняются определенным законам.

Хищники и жертвы

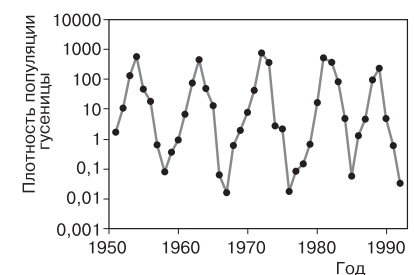
Волны колебаний численности у животных неплохо изучены. То, что они существуют, известно любому дачнику или огороднику: в один год полно саранчи, улиток или каких-нибудь гусениц, а через несколько лет, как ни заглядывай под листочки — ни одной не найдешь. Речь при этом идет об изменениях не в разы, а на порядки (рис. 2). Понятно, что в экспериментальных кривых присутствует некоторая нерегулярность циклов, поскольку на

колебания численности влияют разные факторы: погода, изменения климата и прочие.

Как же узнать, существовали ли эти циклы раньше, то есть проследить более или менее значимый отрезок времени, а не последние сто лет? Для этого биологи используют любые данные, которые удастся найти. Например, по историческим документам было известно, сколько шкур рыси поставляла в Англию Гудзонская компания с конца XVIII века до 1900 года. Используя эти данные, английский ученый Чарлз Элтон в 20—30-х годах XX века описал знаменитый пример циклических колебаний численности популяции рыси (рис. 3). Очевидно, что это колебательная система, но откуда берется такая удивительная периодичность? Этим вопросом и занялись в прошлом столетии экологи,



1
Количество людей на Земле за последние четыре тысячелетия (логарифмическая шкала)



2
Колебания плотности популяции гусеницы (логарифмическая шкала) в горах Швейцарии, в XX веке



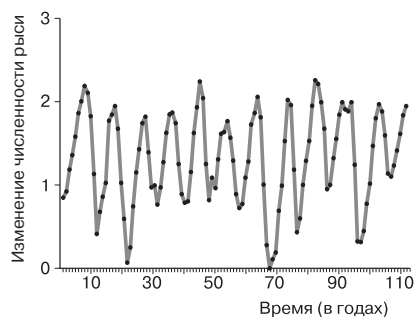
ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

после чего появились модели популяционной динамики. Посмотрим, как они эволюционировали.

Первая модель была экспоненциальной: по ней получалось, что прирост особей за какое-то время — это количество особей N в начальный момент времени, умноженное на разницу между родившимися (b) и умершими (d).

$$\frac{dN}{dt} = (b-d)N$$

Так действительно ведет себя сравнительно небольшая популяция, расселившаяся на обширном пространстве. Например, к концу XIX века почти всех индеек в штате Мичиган истребили. Но скоро их популяция стала увеличиваться, и в XX веке их численность росла именно по экспоненте. На самом деле в природе



3
Колебания логарифма численности популяции рыси. Период почти равен 10 годам, а численность изменяется на два-три порядка

такого долгого экспоненциального роста практически не бывает. Чтобы сделать модель более реальной, в нее надо добавить некоторые ограничения.

Понятно, что коэффициент $r = b - d$ не может быть константой, поскольку он зависит от числа особей в популяции, конкуренции внутри нее, хищников и других факторов. Ведь чем больше популяция, тем труднее выживать отдельным животным (они конкурируют за еду, пространство) — то есть чем больше N , тем меньше r . Поэтому формулу нужно скорректировать, введя в нее емкость среды K :

$$\frac{dN}{dt} = r_0 \left(1 - \frac{N}{K}\right) N$$

Если предположить, что r линейно зависит от количества особей в популяции (r_0 — исходное количество особей, от которого мы начали наблюдать, и K — это емкость среды), то при определенном количестве особей будет достигнуто равновесие — популяция перестанет расти. Если же число особей превысит емкость среды, то популяция, наоборот, будет убывать. При такой корректировке константы r мы получаем модель второго типа, согласно которой всегда существует предел экспоненциального роста, накладываемый средой.

Третья модель — это известная модель Лотки — Вольтерра. Американец Альфред Джеймс Лотка и итальянец Вито Вольтерра (у нас его фамилию иногда произносят

как Вольтерра, возможно, потому, что его первая статья вышла на французском языке, однако на самом деле ударение падает на второй слог) изобрели свои модели почти одновременно в 1925 и 1926 годах.

Прежде чем рассказать об этой модели, поговорим о зависимости между скоростью, с которой хищник убивает жертв, и количеством самих жертв. Для наглядности можно провести параллель с химической кинетикой. Представим, что у нас есть пробирка с раствором некоего реагента A . Поместим внутрь одну молекулу вещества B . Они будут перемещаться согласно тепловому движению, и когда-нибудь молекула B встретится с молекулой A . Вероятность того, что это произойдет за определенную единицу времени, очевидно, пропорциональна концентрации вещества A . Если вещества B (хищников) у нас много, то скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций веществ A и B . Аналогичным образом и скорость поедания жертв хищниками пропорциональна плотностям жертв и хищников. Кстати, экологи в подтверждение этой модели провели массу экспериментов — например, запускали в аквариум головастиков и одного тритона и смотрели, как зависит скорость, с которой хищник поедает головастиков, от их количества.

Говоря о «хищниках» и «жертвах», мы будем иметь в виду не только гепардов

и антилоп или тех же тритонов с головастиками, но и в общем смысле — виды-«ресурсы» и виды-«потребители». Например, патогенные бактерии или паразиты и их хозяева, травоядные млекопитающие и растения — все это примеры взаимодействия «хищник — жертва». В простейшей модели Лотки — Вольтерра учены плотность ресурсов и потребителей, уровень смертности хищника и его эффективность:

$$\frac{dR}{dt} = rR - aRP$$

$$\frac{dP}{dt} = caRP - dP$$

где R — плотность жертвы (в килограммах мяса на квадратный километр), P — плотность хищника, r — удельная скорость роста популяции при малом числе хищников, a — эффективность хищника (удельная скорость, с которой хищник убивает жертв), c — эффективность превращения хищниками биомассы жертв в себя и потомство, d — удельный коэффициент смертности хищника в отсутствие жертв.

В 1924 году, когда уже упомянутый Чарлз Элтон открыл популяционные циклы и первым напечатал научную статью на эту тему, он перечислял в ней возможные причины циклических колебаний численности животных: перемена погоды, солнечная активность... Действительно, в XIX веке пики рыси совпадали с пиками солнечной активности, но к XX веку циклы разошлись и пошли в противофазе. Элтону даже в голову не пришло, что циклы обусловлены взаимодействием хищников и жертв. Когда в 1926 году вышла статья Вольтерра, научный руководитель Элтона (тому было всего 25 лет) увидел ее и вбежал к нему в кабинет с криком: «Вот, вот почему они происходят!». Это показывает, как важна теория — из эмпирических данных невозможно было понять, в чем причина наблюдаемого явления.

С тех пор гипотеза «хищника — жертвы» стала основным объяснением циклическости в экологии. Она подтверждена многими экспериментальными исследованиями, причем в последние 20 лет появились и доказательства, что это же взаимодействие по принципу «ресурс — потребитель» работает в самых разных ситуациях, например при эпидемиях.

На самом деле математическая модель (речь именно о математическом выражении) Лотки — Вольтерра действует только в первом приближении и неприменима в жизни, поскольку слишком упрощена (рис. 4). Ведь мы предположили, что число жертв растет экспоненциально в отсутствие хищников (в действительности это не так), а хищники умирают по экспоненте в отсутствие жертв. Кроме того, меняются также и внешние условия. Есть модификация этой модели, более близкая к реальности, — модель Розенцвейга — МакАртура (она, в частности, учитывает емкость среды K).

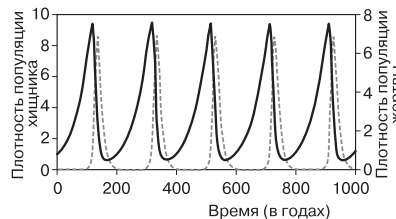
$$\frac{dR}{dt} = rR \left(1 - \frac{R}{K}\right) - \frac{cRP}{R+d}$$

$$\frac{dP}{dt} = \gamma \frac{cRP}{R+d} - dP$$

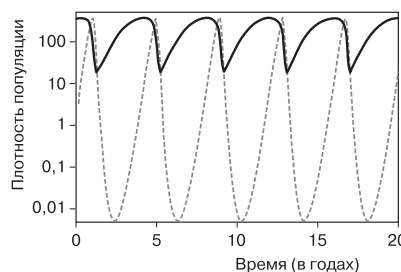
Эту модель уже можно приложить к реальным экосистемам, она дает стабильный цикл (рис. 5), в котором амплитуда изменения численности у хищников намного больше, чем у жертвы. Причем верхние пики у жертвы закругленные, что очень важно. Без этого закругления пика хищники никогда не смогли бы «догнать» по численности жертв, которые росли бы экспоненциально гораздо быстрее, и никакого цикла не получилось бы. На самом деле сначала жертвы растут, пока позволяет емкость среды, а хищники растут экспоненциально. Потом последних становится чересчур много, они интенсивно поедают жертв, численность которых падает также экспоненциально. Хищникам нечего есть, их почти не остается, а численность жертв растет, причем кривая плавно загибается на пике. У хищников получается пилообразная кривая, а прямой подъем сменяется прямым спадом. Фактически по форме кривых можно определить кто хищник, а кто жертва.

В модели Лотки — Вольтерра нет различия между пиками жертв и хищников, а в уравнении Розенцвейга — МакАртура присутствует так называемый логистический член, который и дает плоские пики у жертв. Эти особенности модели соответствуют характеристикам циклов, построенных по реальным колебаниям численности животных.

Можно ли приложить эти закономерности к изменениям численности людей?



4 Модель Лотки — Вольтерра: зависимость колебаний численности жертв (сплошная линия) от колебаний численности хищников (пунктир)



5 Модель Розенцвейга — МакАртура. Сплошная линия — жертва, пунктирная — хищник (логарифмическая шкала)

Историки и археологи помогают демографам

Даже беглого взгляда на общую динамику роста населения за несколько последних тысячелетий (рис. 1) достаточно, чтобы понять: рост численности населения Земли не был такой ровной экспонентой, как его часто изображают. К тому же в разных странах и регионах изменения численности могут быть несогласованными, поэтому, чтобы увидеть закономерность, если она существует, надо исследовать изменения численности населения в отдельно взятых странах, причем с довольно маленьким шагом. Ведь у животных продолжительность одного колебания цикла составляет примерно восемь поколений, а возраст одного человеческого поколения — 20—30 лет. Соответственно человеческий цикл может длиться 200—300 лет. Поэтому, если взять данные по численности с шагом в 100 лет, есть риск ничего не увидеть.

Такую информацию можно извлекать из переписей населения или же восстанавливать по косвенным данным, о которых речь пойдет ниже. Но если всерьез попытаться построить кривую демографии в отдельно взятой стране на большом промежутке времени, с шагом 20—30 лет, то окажется, что данных катастрофически не хватает. Тем не менее кое-где это удалось.

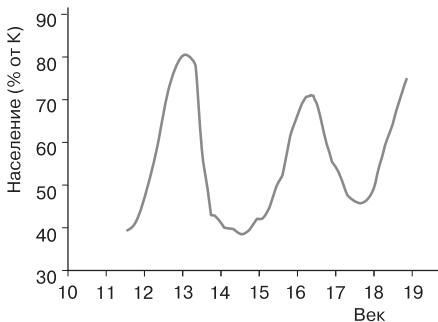
Например, хорошо известна численность населения в Англии и Уэльсе с 1085 по 2000 год. В 1085 году Вильгельм Завоеватель решил пересчитать подданных в покоренных им землях, чтобы обложить их налогами (рис. 6). Из графика очевидна общая тенденция увеличения численности населения. Причина понятна: именно в этот промежуток времени произошла аграрная революция, сейчас мы можем на тех же площадях вырастить еды в 10—15 раз больше, чем в XIII веке. Однако нас интересует не тенденция, а колебания, происходящие вокруг «генеральной линии». Если те же данные представить как процент от емкости среды — взять среднюю урожайность по разным периодам, посчитать, какое максимальное количество людей Англия могла прокормить, и вычислить, какой процент от максимальной емкости среды составляет население, — то колебательный процесс станет отчетливо виден (рис. 7).

Но ведь у людей нет хищников, которые систематически пожирали бы их. Почему же их численность колеблется так же, как у саранчи или полевков? Причина — болезни, конфликты, социальные факторы.

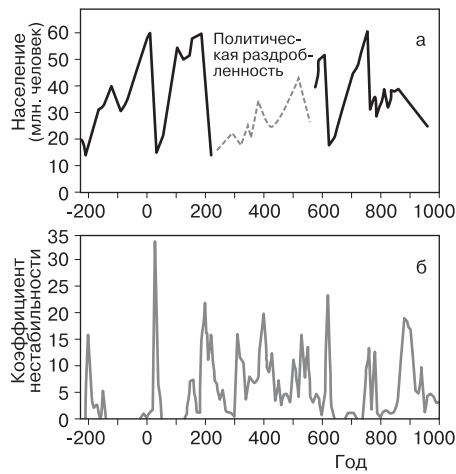
Китайцев в свое время также интересовала численность тех, кого надо обложить налогами (рис. 8), и благодаря этому мы имеем данные по Китаю с 2000 года до н. э. до 2000 года. Наиболее показательно первое тысячелетие: во втором происходило объединение Севера и Юга,



6
Динамика численности населения (логарифм) в Англии и Уэльсе в X–XX веках



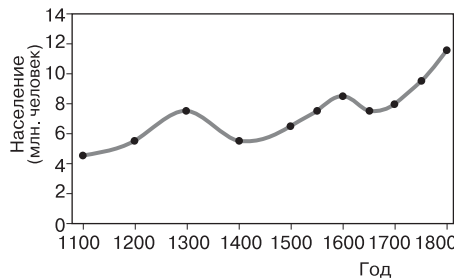
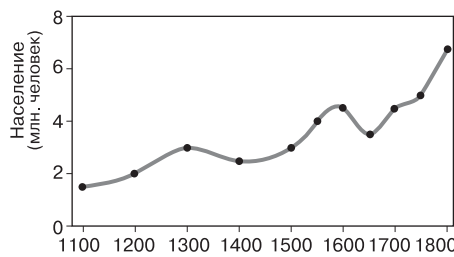
7
Та же динамика, что и на рис. 6, но вычисленная в процентах от емкости среды



8
Динамика населения (а) и внутренних конфликтов (б) в Китае в I тысячелетии н. э.

а также были выведены сверхурожайные сорта риса (что увеличило емкость среды), поэтому общий рост населения был слишком стремительным. В первом же тысячелетии четко видно: колебания численности происходят с тем же периодом, что и пики социально-политической нестабильности, причем пик нестабильности всегда немного запаздывает по сравнению с пиком численности.

С Западной Европой в целом такой красивой картинкой не получается, и этому есть простое объяснение. Первейший источник данных по Европе — атлас народонаселения (McEvedy and Jones 1978), но временное разрешение там — 100 лет после 1000 года н. э. и 50 лет после 1500 года. Этого недостаточно для статистического анализа, однако по некоторым странам такие циклы можно построить,



9
Динамика численности населения Чехословакии и Испании в 1100–1800 гг.

например по Испании и Чехословакии (рис. 9).

Видно, что, во-первых, наблюдается общее увеличение средней численности населения. Во-вторых, на фоне этого тысячелетнего тренда наблюдаются два вековых цикла, пики которых приходятся приблизительно на 1300 год и на 1600-й. (Условно назовем эти колебания численности с периодом в несколько веков «вековыми циклами».) Тысячелетний тренд отражает постепенную социальную эволюцию, которая явно ускоряется после окончания аграрного периода. Но нас пока интересуют доиндустриальные общества, то есть аграрный период.

Общий сценарий примерно таков: растет население, это вызывает всплеск напряженности и гражданских войн, численность населения падает и постепенно гражданские войны тоже прекращаются. Цикл очевиден, но реальные колебания будут немного размыты — ведь на них также влияют климат, внешние вторжения и прочие факторы.

Кроме прямых есть еще и косвенные данные о численности населения. Пренебрегать ими нельзя: специалисты зачастую сводят воедино множество крайне разнородных количественных и качественных источников информации. В этом плане бесценный материал дает археология, ведь люди оставляют множество следов, доступных измерению. Отсюда появляются косвенные показатели, которые могут напрямую коррелировать с численностью населения. Обычно такой подход позволяет оценить не абсолютные числа, а относительные изменения — на сколько процентов численность населения менялась от одного периода к другому.

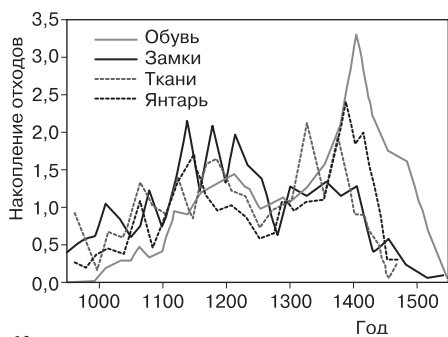
Одна из серьезных проблем, нередко снижающих ценность археологических данных, состоит в грубом временном

разрешении. Например, реконструкция истории населения равнины Дех-Луран на западе Ирана свидетельствует как минимум о трех значительных колебаниях плотности населения (десятикратная разница между пиками и понижениями). Однако эти данные получены для временных отрезков в 200–300 лет, а такое разрешение недостаточно для наших целей.

К счастью, существуют и более детальные археологические исследования, например данные раскопок деревень западной части Римской империи, из которых можно понять, как они были заселены в течение I века до н. э., I века н. э. и далее каждые 50 лет вплоть до V века. Оказалось, что коэффициент заселенности прошел за эти пять веков через два больших колебания. Значительная часть этой изменчивости хорошо соответствовала тому, что мы знаем об истории этих регионов. Например, снижение численности в III веке совпало с нашествиями варваров. Однако по коэффициенту заселенности (это все-таки косвенный показатель) сложно судить о численности населения — ведь связь между ними может быть нелинейной, кроме того, временное разрешение в сто или пятьдесят лет все же довольно грубо. Есть и другие косвенные данные, уже с десятилетним интервалом — известен объем импорта в долину реки Альбенья (современная Тоскана) африканской краснолощеной керамики. Кривая импорта керамики дает пики, сходные с пиками коэффициента заселенности, то есть в конце II и в конце IV веков.

Исторически-социальный контекст можно понять, например проанализировав сведения о денежных кладах. Ведь люди прячут свои накопления, чтобы уберечь их во время роста преступности и политических конфликтов, а в мирное время их понемногу используют. Поэтому чем больше неотрытых кладов, тем интенсивнее были внутренние войны и смуты — ключевые индикаторы демографических процессов.

Уникальную возможность оценки изменений численности населения дают археологические данные, полученные при раскопках Великого Новгорода. В середине X века новгородцы, не желая ходить по грязи, вымостили улицы своего города деревянными досками. Эти



10

Скорость накопления различных отходов в Новгороде: остатки кожаной обуви, сломанные замки, обрывки ткани и потерянные фрагменты янтарных украшений (в основном бусины).

Для каждого набора данных указано отношение к среднему значению, принятому за единицу, чтобы их можно было изобразить на одном графике

мостовые прослужили некоторое время, потом уровень земли постепенно поднялся, поскольку накопились продукты деятельности человека, и примерно через 20 лет улицы снова выместили. Так делали в течение шести последующих веков с интервалами в 20—30 лет. Получился «слоеный пирог», начинкой которого были остатки обуви, бусинки и разный бытовой мусор. Благодаря прохладному и влажному климату все слои деревянных мостовых прекрасно сохранились, и археологи XX века датировали каждый из них с помощью дендрохронологии. В результате для Новгорода мы имеем данные с необычайно хорошим разрешением — с шагом приблизительно в одно человеческое поколение (рис. 10).

Если рассмотреть скорость, с которой разные продукты человеческой деятельности накапливались в почве Новгорода, мы обнаружим два отчетливых пика: один приходится на XII век, а другой — приблизительно на 1400 год. (Падение графика после 1500 года — артефакт. В начале Нового времени в Новгороде устроили систему дренажа, из-за чего в культурные слои после 1500 года проникал воздух, и все органические вещества в них разложились.) Помимо остатков мусора есть и некоторые количественные данные — демографические, экономические, социальные, которые свидетельствуют о том, что численность населения Новгорода прошла через два вековых цикла между 950 и 1500 годом.

Еще один пример достоверной цикличности по археологическим данным — район Меза Верде (штат Колорадо, США). Там засушливый климат, и бревна, использованные в строительстве домов, сохраняются столетиями. Соответственно с помощью дендрохронологических методов археологи смогли определить, когда эти деревья были срублены. Данные указывают на четыре периода интенсивного домостроительства, которые, по всей видимости, соответствуют периодам популяционного роста в VII,

IX, XI и XIII веках. Таким образом, скорее всего, в этом регионе прошло четыре колебательных движения популяции с фиксированным периодом в 200 лет.

Войны вместо хищников

Что вызывает такие регулярные колебания численности? Без теории и модели тут не обойтись, ведь, как уже отмечалось, сами по себе эмпирические данные ничего не объясняют.

Те модели, в которых переменная величина зависит только от внешних параметров, то есть отсутствуют обратные связи, называются моделями нулевого порядка. Они всегда неравновесны (численность не достигает постоянного равновесного значения), и в зависимости от параметров предполагается или бесконечный рост численности популяции, или ее снижение до нуля.

Более сложные модели учитывают влияние плотности населения на дальнейшие изменения его численности, то есть обратную связь. К таким моделям относят так называемую логистическую модель, предложенную Ферхюльстом. Согласно этой модели, сначала происходит экспоненциальный рост численности, потом он замедляется и все приходит к равновесному положению, зависящему от емкости среды (она может возрастать при появлении технических инноваций, но в ряде моделей для простоты считается постоянной). Такие модели называются моделями первого порядка, поскольку в них обратная связь действует сразу, без задержки. Когда численность достигает емкости среды, то ситуация стабилизируется, и дальнейшие флуктуации численности населения могут объясняться только внешними причинами. Эффекты обратной связи первого порядка проявляются быстро. Например, у территориальных млекопитающих, как только численность популяции достигает значения, при котором все доступные территории оказываются занятыми, все избыточные особи становятся «бомжами» с низкой выживаемостью и нулевыми шансами на репродуктивный успех. И скорость роста популяции незамедлительно снижается до нуля.

Более сложную систему описывает модель второго порядка. В ней динамика численности зависит от внешнего фактора, интенсивность которого, в свою очередь, определяется численностью изучаемой популяции. В этом случае мы имеем дело с обратной связью второго порядка — такой же, как та, что описывает взаимодействие хищника и жертвы. Когда плотность популяции жертвы оказывается достаточно высокой, чтобы вызывать рост численности хищника, это не сразу влияет на скорость роста популяции жертвы, а с определенной задержкой. Взаимо-

действия хищников и жертв, хозяев и паразитов, растений и растительноядных животных — это процессы с обратной связью второго порядка, именно они вызывают колебания численности. Однако, насколько мне известно, демографы до сих пор редко рассматривают такие процессы с задержанной обратной связью при построении прогнозов динамики численности человеческих популяций.

Между тем многочисленные исторические и археологические данные (я привел только несколько примеров) показывают, что долговременные колебания численности населения можно наблюдать во многих районах Земли и в разных исторических периодах. Похоже, что эти «вековые» циклы, описываемые моделями с обратной связью второго порядка, — общая закономерность макроисторического процесса, а не набор отдельных случаев, каждый из которых объясняется частной причиной. Можем ли мы предложить теоретическое объяснение периодически повторяющихся колебаний численности?

В свое время еще Роберт Томас Мальтус (1766—1834) упоминал о том, что войны могут быть следствием роста народонаселения, но не развил этот вывод подробнее. Неомальтузианские теории XX века относились исключительно к демографическим и экономическим показателям. Модель Мальтуса существенно доработал в 1990-х годах исторический социолог Джек Голдстоун — он учел влияние популяционного роста на структуры социума. Голдстоун доказывал, что чрезмерный рост населения оказывает разнообразное действие на социальные институты. Во-первых, начинается галопирующая инфляция, падает реальная оплата труда (труд становится дешевым), нищает сельское население и увеличивается иммиграция в города, увеличиваются частоты голодных бунтов и выступления против низкой оплаты труда (по сути, это и есть мальтузианская составляющая). Во-вторых, быстрый рост народонаселения увеличивает число людей, стремящихся попасть в элиту, обостряется соперничество за государственные ресурсы. В-третьих, рост численности приводит к увеличению армии и бюрократического аппарата — повышаются налоги. Постепенное усиление всех этих тенденций рано или поздно становится причиной кризисов, напряженности в государстве и волнений.

Голдстоуна интересовало прежде всего, как рост народонаселения вызывает общественно-политическую нестабильность. Но можно доказать, что верно и обратное: сама нестабильность влияет на динамику численности населения по принципу обратной связи. И это очень важно. Наиболее очевидные проявления такой обратной связи состоят в том, что если государство ослабевает или рушит-

ся, то повышается и смертность, вызванная ростом преступности и бандитизма, внешними и внутренними войнами. Кроме того, смутные времена приводят к росту миграции — беженцы покидают области, охваченные войной. Миграции могут способствовать распространению эпидемий. Снижается рождаемость: в неспокойные времена люди позже вступают в брак и реже заводят детей.

Такую теорию или модель можно назвать структурно-демографической — согласно ей рост народонаселения связан с состоянием социальных структур. Эта модель предсказывает типичные колебания со средним периодом 200 лет, вызванные обратной связью второго порядка (рис. 11). При этом продолжительность цикла от одного краха государства до другого определяется скоростью роста населения (чем она меньше, тем длиннее цикл). Модель позволяет делать и количественные прогнозы, которые можно проверить историческими данными. Одно из впечатляющих предсказаний — уровень политической нестабильности должен колебаться с тем же периодом, что и плотность населения, но со сдвигом по фазе, так что пик нестабильности следует за пиком плотности населения.

Действительно, мы сравнили данные по изменению численности населения и по показателям нестабильности для семи полных циклов, для которых имели достаточно данных: Пантагенеты (1151—1485), Тюдоры (1486—1730), Капетинги (1216—1450), Валуа (1451—1660), Римская республика (350 до н. э. — 30 до н. э.), ранняя Римская империя (30 до н. э. — 285 н. э.), Московская Русь (1465—1615). Первая цифра везде обозначает начало цикла, то есть фазу роста народонаселения, а последняя — конец. Во всех этих циклах эмпирические данные весьма близко соответствуют предсказаниям теории. Наибольшая социальная нестабильность наблюдалась во время

фазы снижения, а не роста численности населения. То же самое мы сделали для имперских периодов истории Китая (от династии Хань до династии Цин). И в этом случае уровень нестабильности был неизменно выше во время фаз снижения численности населения, чем во время их роста.

Итак, человеческая популяция не растет экспоненциально и не приходит к некому равновесному значению. Вместо этого мы наблюдаем на фоне постепенно растущего уровня населения длительные колебания. Эти «вековые циклы», как правило, свойственны аграрным обществам, в которых есть государство. Везде, где мы располагаем сколько-нибудь подробными количественными данными по динамике численности населения, они присутствуют. Там, где таких данных пока нет, мы опосредованно можем сделать вывод о наличии «вековых циклов» — ведь известно, что большинство аграрных государств не раз переживали волны нестабильности.

«Вековые» колебания — это не строгие, математически четкие циклы. Их период довольно широко варьирует вокруг среднего значения. Что совершенно объяснимо, поскольку человеческие общества — сложные динамические системы, многие части которых соединены друг с другом нелинейными обратными связями. Кроме того, социальные системы подвержены влиянию внешних воздействий, таким как изменения климата, внезапное появление новых возбудителей болезней, изменение социальных параметров. Особенно сильное влияние оказывают изменения, связанные с численностью элиты.

Например, до мусульманского правления (VII век) в Египте вековые циклы составляли 150—200 лет, а при мусульманах сократились до 70—80, поскольку от многих мусульманских жен получалось большое потомство, каждый представитель которого стремился занять свое место под солнцем. При полигамии в первую очередь увеличивается число потомков у элиты (она может позволить себе содержать много жен), и в результате именно численность и прожорливость элиты определяет продолжительность циклов. В христианской Европе из-за моногамии элиты было меньше, и размножалась она медленнее, следовательно, меньше было претендентов на элитное потребление — циклы там были даже больше 200 лет.

В истории России было несколько вековых циклов колебаний населения, которые заканчивались междоусобицами. Первый цикл приходился на Киевское время и закончился, когда монголы напали на Русь (к тому времени, в XIII веке, ее уже раздирали междоусобицы). Второй цикл нестабильности закончился в начале XV века во времена Василия Темного и Шемяки, когда в Московском княжестве



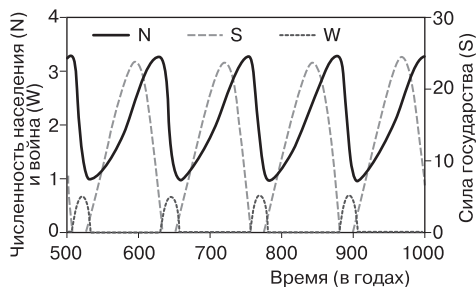
ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

также были внутренние противоречия. Новый цикл нестабильности начался при Иване Грозном, его началом можно считать опричнину, Смутное время (конец XVI века — начало XVII века). Смутное время сократило население России на 20—30%. Затем был очень длинный цикл, поскольку территория России увеличивалась и избыток населения уходил на новые земли. Следующий обвал начался с 1905 года, и далее, в соответствии с теорией, действительно последовало столетие развала, войн и революций. В России за это время было четыре периода депопуляции — уменьшения численности населения: Первая мировая и Гражданская война, затем репрессии и голодоморы 30-х годов, Вторая мировая, в 90-е годы продолжали возрастать смертность и снижаться рождаемость...

Возвращаясь к проблеме долгосрочного прогнозирования численности населения Земли, хочется отметить следующее. Основной вывод этой статьи в том, что к прогнозам, которые утверждают, что численность населения Земли аккуратно стабилизируется около 10—12 миллиардов, следует относиться с большой осторожностью. Во время последних двух кризисов, которые испытало население Земли в XIV и в XVII веке, его численность ощутимо снизилась, причем во многих регионах очень резко.

С другой стороны, цикличность очевидна для аграрных государств, а самый важный аспект человеческой истории за последние два века — это стремительное ускорение социальных и технологических изменений. Демографическая емкость Земли за этот период также резко увеличилась, и очень сложно предсказать, как она будет меняться.

Важно понять, что история — это не просто череда каких-то случайных событий. Если теория верна и она работает, то понимание ее принципов может помочь правительствам и обществам предвидеть возможные последствия принимаемых решений. Ведь социальная динамика не всегда бывает неотвратимой. Когда мы лучше поймем механизмы, лежащие в основе волн нестабильности, то, возможно, человечество сможет сделать их последствия менее разрушительными.



11

Динамика численности населения и внутренних конфликтов в аграрных империях, предсказываемая базовой моделью Турчина — Кортаева.

N — численность населения, S — сила государства, оцененная по количеству собираемых налогов, W — частота внутренних конфликтов, всплески гражданских войн (P. Turchin, and A. Korotayev. Population Dynamics and Internal Warfare: a Reconsideration. «Social Science and History», 2006, 5, 121–158)

Можно ли просчитать завтрашний день?

Доктор химических наук
Э.Г.Розанцев

*Нашей творческой мысли затеи
Неразрывны с дыханьем расплаты;
Сотворяют огонь — Прометеи,
Применяют огонь — геростраты.*
Игорь Губерман

В последнее столетие скорость роста населения на Земле резко увеличилась, и прирост происходил так быстро, что многие ученые сомневались, сможет ли в XXI веке Земля прокормить всех. К 2010 году темпы прироста как будто замедлились, и, по мнению специалистов, к 2050 году он станет таким же, как в 1950-м (40 миллионов человек в год). С другой стороны, последнее время в средствах массовой информации появилось множество мрачных прогнозов и устрашающих предсказаний «конца света». Можно ли просчитать завтрашний день?

Законы бытия и развития всего живого работали и до появления человечества, работают сейчас и, несомненно, будут работать и дальше. Хорошо бы вовремя понять эти законы. Увы, приходится констатировать, что неразумное поведение *Homo sapiens* радикально и необратимо загрязняет Землю и околоземное пространство. Кроме того, человек — единственный вид, который благодаря языку и умственным способностям начал и продолжает изменять собственную эволюцию, возможно даже нарушая законы естественного развития.

Популяция *H. sapiens* развивалась прогрессивно, пока вдруг не начали наблюдаться странные эффекты. Разве не кажутся странными человеческие существа, мозг которых перегружен потоком ненужной информации: бесконечными рекламными сообщениями по радио и телевизионным каналам, развлекательными программами, шоу и компьютерными играми? Люди, попавшие в информационную паутину, начинают патологически зависеть от нее, нуждаясь во все более активном потреблении низкокачественного виртуального продукта.

Человеческий разум перегружен, это видно по тому, что во всем мире растет количество психических заболеваний. Вообще, мозг человека наиболее уязвим к агрессивным факторам окружающей среды, на что в свое время обратил внимание Стефан Цвейг: «Наш мозг — этот созданный из нежнейшего вещества механизм, этот тончайший точный при-

бор нашего познания так хрупок, так сложен, что достаточно задетого сосуда, одного потревоженного нерва, переутомленной клетки, малейшего изменения какой-нибудь молекулы, чтобы нарушить высшую всеобъемлющую гармонию человеческого ума». А ведь на мозг помимо информационного шума действуют многочисленные излучатели — компьютеры, мобильники, плееры, — которые в той или иной степени не могут не влиять на биоэлектрическую активность центральной нервной системы.

Труд когда-то превратил первобытного дикаря в дипломированного специалиста, а потом стремление избавиться от утомительного труда стало главным стимулом изобретательской и инновационной деятельности людей. Сегодня большая часть населения уже не производит ничего реального, и отсутствие полезной деятельности нельзя компенсировать офисной работой и компьютерными играми. Человек избавляется от труда, но не значит ли это, что начинается регресс обратно в дикаря?

Возможно ли спрогнозировать, как будет изменяться численность человечества? И понять, по каким законам она развивается? Таких теорий и прогнозов немало. Еще в 1798 году Томас Мальтус в своем знаменитом трактате «An essay on the principle of population» пришел к выводу, что в природе все живые системы имеют тенденцию к безграничному размножению. Ограничивают эту тенденцию естественные процессы частичного уничтожения популяции или самоуничтожения. В человеческом обществе перенаселение, по мнению Мальтуса, сдерживают нищета, бедность и безработица, и его можно избежать, сознательно воздерживаясь от рождения детей. Мальтус считал, что человечество размножается значительно быстрее, чем растут средства существования и жизнеобеспечения. Увеличение населения Земли, согласно модели Мальтуса, происходит по закону геометрической прогрессии, а рост средств существования соответствует арифметической прогрессии. Поэтому бедность населения не зависит ни от формы правления, ни от системы распределения общественного богатства.

В начале XIX века Жан Батист Ламарк предвидел катастрофические последствия кипучей деятельности человека на

Земле. Он считал, что человек, ослепленный тщеславием и эгоизмом, становится недостаточно предусмотрительным даже в том, что касается его собственных интересов. Он сам делает земной шар непригодным для жизни и тем самым уничтожает среду обитания и способствует уничтожению своего вида.

Сегодня ученые предпринимают попытки прогнозировать динамику роста человеческой популяции и ее последствия на ближайшие десятилетия нашего века (см. ссылки 1, 2). Вполне вероятно, что развитие цивилизации в конце концов приведет к стабилизации численности населения. Но произойдет ли это прежде, чем грубые способы производства критически нарушат нашу среду обитания (состав воздуха, питьевой воды, почвы, климат, электромагнитные поля, плотность озонового слоя)?

Интересную попытку оценить динамику роста человечества в глобальном масштабе сделали С.Д. Варфоломеев и К.Г. Гуревич. После кинетической обработки кривых роста численности авторы пришли к двум дифференциальным уравнениям для простейших организмов и человеческой популяции соответственно: $dN/dt = \mu N$ и $dN/dt = kN^2$. Из анализа кривой роста численности человечества можно сделать вывод, что коэффициент k в приведенном выше уравнении соответствует в среднем 52 годам продуктивной жизни человека, а период индукции, если считать его от Рождества Христова, можно принять за 1750 ± 100 лет. Если проинтегрировать уравнение для людей, то получается результат, соответствующий эмпирическому уравнению демографического роста популяции *H. sapiens*:

$$N(t) = \frac{200 \cdot 10^9}{2025 - t}$$

Из этого следует, что при приближении к 2025 ± 15 году нашего столетия численность жителей Земли будет стремиться к бесконечности!

$$N(t) \rightarrow \frac{200 \cdot 10^9}{\Delta t} \rightarrow \infty$$

Если вывод этих ученых верен, то возникает классический вопрос: что делать? Успокаивающий ответ дал в свое время врач и изобретатель гильотины Ж. Гийотен: «Можете мне верить, что этой машиной я так отрублю вам голову, что вы даже не почувствуете этого».



В конце прошлого века немецкий ученый Марио Маркус сделал попытку построить компьютерную модель динамики роста популяции живых систем в зависимости от имеющегося корма на ограниченной площади. Эта модель описывается формулой $x \rightarrow gx(1-x)$, содержащей одну переменную x , значение которой изменяется в пределах от 0 до 1 (концы этого отрезка не включены, а коэффициент пропорциональности g связан с плодovitостью особой популяции). Стрелка означает, что произведение g , x и $(1-x)$ становится новым исходным значением переменной x . Формула как бы порождает все новые и новые значения x . Было принято, что количество пищи пропорционально множителю $(1-x)$, где x — доля заполнения популяцией ограниченной территории. Фактически эта зависимость связывает размер популяции с имеющимся пропитанием на ограниченной территории (чашка Петри, биоценоз, земной шар). Из графика Маркуса следует, что по мере приближения числа особой к предельному значению (1) пищевой рацион животных стремится к нулю. А с ростом плодovitости животных график превращается в своего рода фрактальное дерево, которое демонстрирует рост популяционного хаоса.

Но к человеческому сообществу эту компьютерную модель можно применить только на начальных значениях. Мы забываем, что человеческая популяция может меняться, меняется ее фертильность, а главное — она сама активно меняет среду обитания, в которой живет. Любая модель будет грубой, поскольку исходит только из математических законов. Моделировать живые системы, состоящие из многих интерактивных подсистем, конечно, можно, но не нужно. Это лишено здравого смысла — ведь они спонтанно эволюционируют, а мы безнадежно увязли в математическом формализме. Нельзя забывать, что главная цель науки — объяснение природы реального мира, а не создание моделей.

Теперь самое время вспомнить, что бактерии, простейшие и другие живые системы обладают поразительной способностью ощущать повышение плотности своей популяции, обмениваться информацией и согласованно реагировать на это. Микробиологи называют этот эффект саморегуляции численности особей термином «чувство кворума» (quorum sensing), или QS-эффект. Механизм этого феномена пока еще детально не исследован, но в его основе, очевидно, лежат фундаментальные биохимические взаимодействия, помогающие популяциям живых систем быстро адаптироваться к меняющимся условиям жизни.

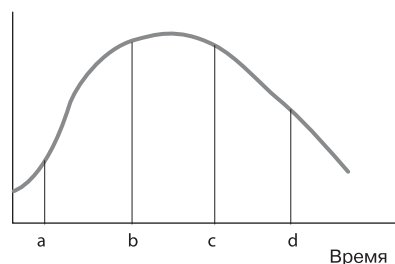
На кривых эволюции микроорганизмов, простейших и других живых систем (рис.) всегда есть период индукции (лаг-фаза), логарифмическая фаза (лог-фаза), фаза динамического равновесия (стат-фаза)

и фаза гибели (морт-фаза). Эти особенности динамики развития популяций ранее описали Томас Мальтус, Жак Моно и другие ученые. Основополагающие исследования по моделированию динамики роста популяций микроорганизмов принадлежат французскому биохимику Жаку Люсьену Моно, удостоенному в 1965 году Нобелевской премии (кстати, ему приписывают крылатое выражение «Что применимо к кишечной палочке, то применимо и к слону»).

Логично предположить, что и человеческая популяция может подчиняться этим же законам. Почему бы и нет? Ведь на Земле, как в чашке Петри: есть некоторая численность живых существ на ограниченной территории с ограниченными ресурсами, которые могут обеспечить выживание этой группы, пока не кончились ресурсы.

Кстати, эта кривая роста живых систем, включающая фазу прогрессивного развития, участок динамического равновесия и фазу регрессивного метаморфоза, неплохо согласуется с прогнозами Римского клуба по численности населения Земли. Примерно к такому же выводу приходит автор демографической модели глобального роста народонаселения И.М. Дьяконов (Пути истории. М.: Мир, 1994).

А теперь немного о катастрофах. Есть теория Пер Бака и Кан Чена, которая постулирует, что далеко не все объекты и процессы поддаются моделированию и прогнозированию физико-математическими методами. К «неподдающимся» относятся так называемые составные интерактивные системы с большим количеством взаимодействующих элементов, которые спонтанно эволюционируют к критическому состоянию, в котором даже малое событие может привести к лавинообразному изменению всех составляющих и катастрофе. Кстати, этим явлением самоорганизованной критичности объясняют динамику землетрясений, рынков и экосистем. Согласно этой теории, сложные интерактивные системы под влиянием малого события могут также совершать фазовые переходы от одного критического состояния к дру-



Общий вид кривой эволюции популяций микроорганизмов от времени в системе с ограниченными ресурсами: a — лаг-фаза, b — лог-фаза, c — стат-фаза, d — морт-фаза (регрессивный метаморфоз)

гому. Глобальные характеристики таких систем невозможно понять, анализируя по отдельности их части. Многочисленные эксперименты и расчеты по моделям показали, что составные интерактивные системы в экономике, геологии, метеорологии, биологии и демографии сегодня обнаруживают признаки самоорганизованной критичности.

Может быть, существование человечества скорее напоминает такую сложную интерактивную систему с большим числом взаимодействий, чем масштабированную чашку Петри? А малейшее изменение в системе с самоорганизованной критичностью, и может действительно произойти «конец света».

Но не надо сбрасывать со счетов тот факт, что человек — живой и, надеюсь, разумный. А значит, все-таки живет по правилам живых существ, среди которых работает фундаментальный спасительный закон отрицательной обратной связи. Одно из его проявлений — когда человек сыт, он прекращает есть (а не ест до бесконечности). Поэтому хочется думать, что человечество среагирует вовремя, и, вмешиваясь в среду обитания, будет это делать с умом. А если человек будет беречь Землю, то самый мрачный прогноз, который нас ждет, — это небольшое саморегулирование численности и никакого конца света. Когда-то в 1888 году, поэт К.М.Фофанов написал: «Мир наш, пока его мы любим, разлюбим — станет он чужим».

Что почитать о прогнозировании динамики демографического процесса

Э.Г.Розанцев, Л.И.Сидельникова. Экология Пром. Производства, 1995, вып.2, с. 1—6.

С.П.Капица. «Вестник РАН». Т. 68, № 3, 1998, с. 234—241.

С.Д.Варфоломеев, К.Г.Гуревич. Биокинетика. М.: Фаир-пресс, 1999, с. 678—684.

Г.Б.Завильгельский, И.В.Манухов. Quorum sensing, или Как бактерии разговаривают друг с другом. «Молекулярная биология», 2001, 35, с. 268—277.

Г.А.Николис, И.Р.Прогожин. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979.



Спасительные нитриты

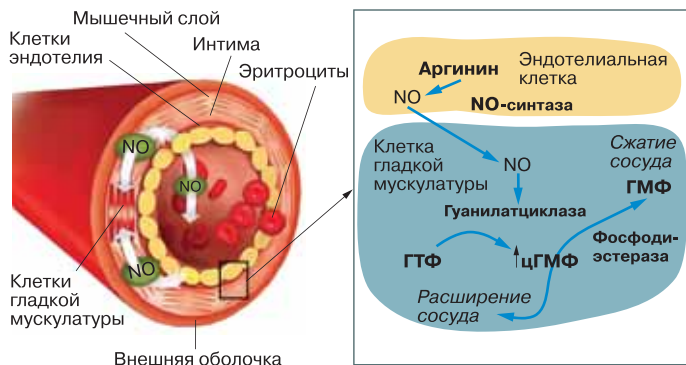
Кандидат биологических наук

Н. Л.Резник

Монооксид азота (NO), один из важнейших физиологических газов, более всего известен своим сосудорасширяющим действием. Его нехватка в организме приводит к сосудистым патологиям, но этого несчастья, по-видимому, можно избежать, принимая нитраты и нитриты — те самые, о вреде которых мы столько слышали.

Монооксид азота и сосуды

Поскольку NO синтезируется в сосудистой стенке и влияет на нее же, вспомним, как она устроена. Стенка артерий трехслойная. Внешняя оболочка представляет собой соединительную ткань с небольшим количеством гладкомышечных волокон. Средний слой, самый широкий, состоит в основном из клеток гладкой мускулатуры, сокращение и расслабление которых изменяет просвет сосуда. И наконец, внутренняя оболочка, интима — это базальная мембрана, покрытая тонким субэндотелием и одним слоем эндотелиальных клеток. Именно в эндотелии происходит непрерывный синтез монооксида азота, который образуется из аминокислоты L-аргинина при участии молекулярного кислорода и фермента NO-синтазы (NOS). Полученный в результате фер-

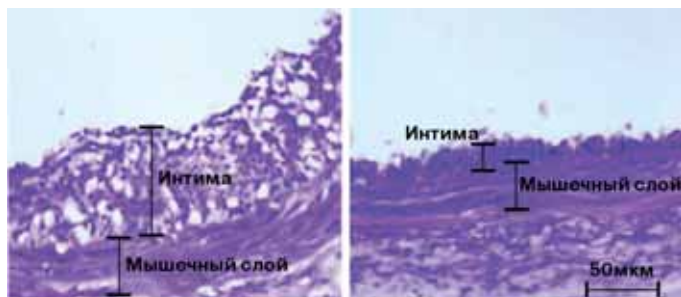


1
Монооксид азота образуется во внутреннем слое сосудистой стенки и влияет на просвет сосуда

ментативного окисления NO диффундирует из эндотелия в клетки сосудистой мускулатуры, где активирует другой фермент, гуанилатциклазу, который, в свою очередь, катализирует превращение гуанозинтрифосфата в циклический гуанозинмонофосфат (цГМФ). Повышение концентрации цГМФ вызывает расслабление гладких мышц и расширение кровеносных сосудов. Когда концентрация цГМФ падает под действием еще одного фермента — фосфодиэстеразы, сосуды снова сокращаются. (За раскрытие этого механизма американские ученые Ферид Мьюрэд, Роберт Фёрчготт и Луис Игнаро получили в 1998 году Нобелевскую премию по медицине («Химия и жизнь», 2000, № 2).

В норме внутренняя стенка артерий гладкая и ровная, но как редко сейчас встречается норма. Бич современного человечества, атеросклероз, пятнает интиму наростами из холестерина, кальция и фиброзной ткани. Они сужают просвет артерии и мешают нормальному кровотоку. В тяжелых случаях атеросклеротические бляшки приходится удалять. Делают это по-разному: иногда вырезают кусок пораженного сосуда, иногда просто отскребают участок интимы с бляшкой. Но в любом случае сосуд после операции травмирован и ему нужно восстанавливаться. Нередко процесс заживления приобретает гипертрофированный характер, клетки мышечного слоя проникают в интиму и начинают усиленно делиться. В результате происходит гиперплазия (чрезмерное разрастание) интимы, и просвет сосуда так сужается, что сводит на нет эффект операции.

Специалисты по сосудистой патологии обратили внимание, что разрастание интимы сопровождается нехваткой оксида азота. А дальнейшие исследования показали, что NO подавляет многие явления, сопровождающие гиперплазию, — апоптоз клеток эндотелия, образование тромбов, воспали-



2
Интима поврежденной артерии чрезмерно разрастается (слева), но профилактический прием нитрита натрия предотвращает ее гиперплазию (справа)

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

тельные реакции, а также миграцию в интиму и последующее деление клеток гладкой мускулатуры сосудистой стенки, которые участвуют в восстановлении поврежденной внутренней оболочки. Поэтому логично предположить, что монооксид азота необходим для нормального восстановления сосудов и с гиперплазией интимы можно бороться, увеличивая его присутствие в организме. Для этого больным прописывают L-аргинин — субстрат для NO-синтазы или ингаляции монооксида азота. Увы, эти меры не столь успешны, как хотелось бы. Аргинин с удовольствием принимают культуристы, которым нужно расширить сосуды, чтобы питать свои буйно растущие мышцы, но при гиперплазии интимы это средство малоэффективно. Ингаляция монооксидом азота требует очень точного соблюдения дозы, поскольку газ токсичен для центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, и ее используют главным образом при интенсивной терапии. Медики подумывают о генной терапии, но ввести пациентам ген NOS пока не удастся. Так что, много зная о свойствах NO, мы пока не можем в полной мере эти знания использовать.

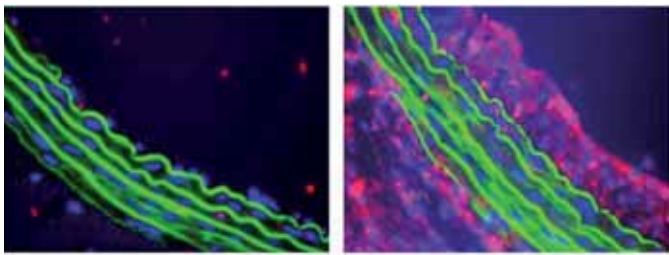
И тогда ученые вспомнили, что в организме есть и другой путь образования монооксида азота. При гипоксии или в поврежденных тканях NO восстанавливается из нитритов (NO_2^-) при участии фермента ксантинооксидоредуктазы (xanthine oxidoreductase, XOR). И этот «нитритный» оксид азота, по-видимому, не менее важен для здоровья сосудов, чем аргининовый. Диетологи дружно отмечают, что жители средиземноморских стран, которые потребляют много богатых нитритами зеленых овощей и свеклы, страдают от повышенного давления и сердечно-сосудистых заболеваний реже других европейцев и жителей США.

Но одно дело натурные наблюдения, и совсем другое — специально поставленные эксперименты. Американские ученые из Национального института здоровья (Бетезда) и Питтсбургского университета неделю кормили несколько групп мышей пищей с разным содержанием нитритов и нитратов. (Бактерии глоточной микрофлоры превращают в нитриты примерно пятую часть растворенных в слюне нитратов.) Разница в рационе сказалась на уровне нитритов в тканях и сыворотке мышинной крови. Затем животным под наркозом на 45 минут пережимали печеночную вену. От временной ишемии часть клеток печени погибала, но степень повреждения органа зависела от среднего уровня нитритов в организме — чем он выше, тем меньше оказались разрушения. При этом у всех животных, переживших искусственную ишемию печени, уровень нитритов в крови понижался. Нитриты также смягчали последствия временной ишемии сердца и головного мозга.

Два пути, два фермента

Учтя благотворное влияние NO на состояние сосудов и известные эффекты нитритов, специалисты медицинского факультета Питтсбургского университета под руководством докторов Эдит Цзен и Брайана Цукербрауна исследовали роль и взаимоотношение двух путей синтеза монооксида азо-





3
В стенке неповрежденного сосуда фермента XOR практически нет (слева), а в поврежденной артерии его много и он активен. Фермент светится после специального окрашивания

та в поврежденных артериях («Journal of Clinical Investigation», 2011; 121(4): 1646–1656. doi: 10.1172/JCI44079).

Они работали с крысами линии Спрейг-Доули, выведенной специально для медицинских исследований. Эти животные очень спокойные, не сопротивляются, когда их берут в руки, и вообще они белые и пушистые. Ученые использовали традиционный метод повреждения сосуда: под наркозом крысам в левую сонную артерию вводили баллончик, надували на пять минут и он разрушал интиму. Затем баллончик извлекали, артерию зашивали и восстанавливали кровообращение. Правую сонную артерию оставляли неповрежденной.

Спустя неделю после операции у крыс взяли образцы стенки поврежденного и нетронутого сосудов и определили уровень и активность NOS в гомогенате тканей. Казалось бы, NO необходим для восстановления клеток эндотелия, и потому NOS в поврежденных сосудах должна быть особенно активна. Действительно, количество фермента в стенке поврежденной артерии значительно возросло по сравнению с контролем, а вот активность заметно упала. Хотя фермента много, он почти не работает. Почему? А потому, что ему мешает другой фермент, аргиназа-1. Ее активность в поврежденных сосудах резко возрастает, поскольку она участвует в синтезе полиаминов, усиливающих деление гладкомышечных клеток, и тем самым стимулирует образование новой интимы. В качестве субстрата аргиназа-1, как и NOS, использует L-аргинин, расщепляя его на аминокислоту орнитин и мочевину. Фактически аргиназа отбирает у NOS субстрат, потому NO-синтаза и неактивна. Неудивительно, что аргининовые добавки плохо предотвращают гиперплазию интимы — их расходует не тот фермент. Зато в присутствии ингибитора аргиназы-1, N-гидрокси-нор1-аргинаина (nor-NOHA), активность NOS в пораженных артериях вдвое превышает контрольный уровень; возрастает и продукция NO.

Очевидно, NOS в стенке поврежденного сосуда вполне функциональна, но ее активность падает из-за недостатка аргинина. В такой ситуации очень полезно иметь запасной субстрат, и альтернативный, нитритный путь синтеза NO спасителен для организма. Питтсбургские ученые оценили роль нитритов в профилактике гиперплазии интимы. За сутки до операции они вводили крысам нитрит натрия тремя разными способами: вкалывали 500 наномолей соли в брюшину; вынуждали 20 минут дышать аэрозолем NaNO_2 , растворенного в фосфатном буфере, или наливали им в поилку вместо воды слабый раствор нитрита натрия (10,5 мг соли на литр). Судя по количеству выпитой воды, крыса поглощала за сутки около 0,66 мг соли на килограмм веса, примерно столько же, сколько получает человек с порцией шпината. Спустя две недели после операции, когда сосуды уже восстановились, у животных определяли соотношение толщины интимы и мышечного слоя стенки поврежденной и неповрежденной артерии. Обычно толщина обоих слоев примерно равна, однако при гиперплазии их соотношение значительно превышает единицу. Нитрит натрия существенно уменьшил эту

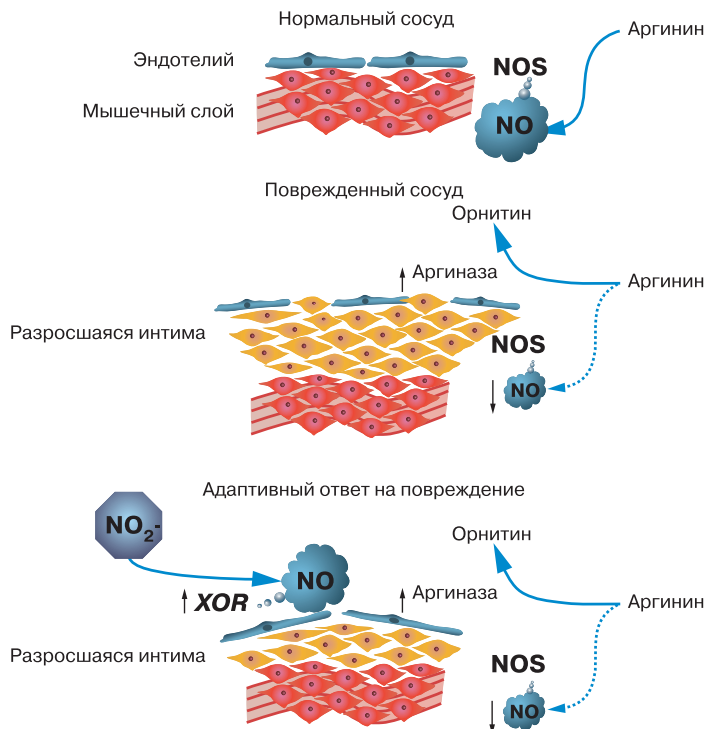
величину. Он эффективно действовал при любом способе введения, но результативнее всего оказалась ингаляция, которая сокращала разрастание интимы на 77%.

Выяснилось также, что NaNO_2 может служить не только профилактическим, но и лечебным средством, нормализуя толщину уже разросшейся интимы. В одном из экспериментов ученые стали давать крысам слабый раствор нитрита натрия спустя две недели после операции, после заживления сосудистой стенки. За 14 дней питья нитритных вод соотношение толщины интимы и мышечного слоя уменьшилось на 59% по сравнению с нелечеными животными, а спустя еще две недели, в течение которых крысы пили уже обычную воду, — на 66%.

Одной из причин гиперплазии интимы может быть чрезмерно активное деление мышечных клеток сосудистой стенки. Исследователи получили культуру этих клеток и обнаружили, что нитрит натрия, добавленный в питательную среду в концентрациях 10 и 100 микромолей, тормозит клеточное деление, и чем больше концентрация соли, тем заметней эффект. По мнению экспериментаторов, способность NaNO_2 препятствовать разрастанию интимы может быть частично связана с тем, что он блокирует деление клеток гладкой мускулатуры.

Однако нитриты обладают целебной силой не сами по себе, а только в присутствии фермента XOR, который восстанавливает NO_2^- до монооксида азота. В стенках поврежденных сосудов активность фермента возрастает примерно в шесть раз, а количество «нитритного» NO — на порядок. Ингибитор XOR аллопуринол существенно подавляет образование монооксида азота, и действие нитритов на интиму.

Чтобы убедиться в том, что XOR действительно обеспечивает компенсаторное повышение содержания NO в поврежденных сосудах независимо от доступности аргинина и актив-



4
NO в сосудистой стенке образуется разными путями, в зависимости от обстоятельств

ности NOS, ученые посадили крыс на диету с минимальным содержанием нитритов и нитратов, а пить им давали деионизованную воду. У животных, сидевших на низконитритной диете, гиперплазия интимы в поврежденных сосудах была почти в два раза выше, чем у крыс, получавших стандартный рацион. К такому же эффекту приводит диета со стандартным содержанием нитритов и добавкой вольфрама, который подавляет активность XOR. Зато ингибиторы NOS не влияли на нитритный путь образования NO.

Итак, исследователи из Питтсбургского университета доказали, что повреждения сосудов нарушают «обычный» путь образования монооксида азота, зависящий от аргинина и NOS. В этом случае процесс берет под контроль другой фермент, XOR: при его участии NO синтезируется из нитритов, успешно защищает сосуды от повреждений или способствует их восстановлению. Ученые отмечают, что для достижения результата было достаточно одной ингаляции или одного-двух приемов безопасного количества солевого раствора. Нитриты очень эффективны, и принимать их удобно, к тому же в лечебных дозах они не имеют таких нежелательных побочных эффектов, как NO. Поэтому Цзен, Цукербраун и их коллеги уверены, что нитриты окажутся полезным дополнением к имеющимся средствам лечения и профилактики сосудистых заболеваний. Иными словами, надо есть нитриты.

Так ли страшны нитриты?

Идея, прямо скажем, непривычная. Последние четверть века нас только и делают, что пугают нитратами и нитритами в овощах. А чем они, собственно, опасны?

Нитритам предъявляют два основных обвинения. Прежде всего они портят гемоглобин. Его молекула содержит Fe^{2+} , который нитраты окисляют до Fe^{3+} . В результате образуется метгемоглобин — молекула, которая не может связывать кислород. (О гемоглобинах читайте в «Химии и жизни», 2010, № 10). В малых количествах нитриты постоянно присутствуют в организме. Мы получаем их с пищей: сельскохозяйственной продукции без нитратов и нитритов не бывает, поскольку эти соли служат для растений основным источником азота. Поэтому в крови у здорового человека содержится около 2% метгемоглобина. Его концентрацию регулирует метгемоглобинредуктаза, которая восстанавливает метгемоглобин в гемоглобин. Этот фермент начинает вырабатываться у человека только с трехмесячного возраста, поэтому младенцы полностью беззащитны перед нитратами и пюре из зеленых овощей давать им не нужно. Если содержание метгемоглобина возрастает до 20—30%, то появляются симптомы удушья: одышка, тахикардия, посинение кожи, слабость, головная боль; при 50% метгемоглобина человек может умереть. Для образования 2000 мг метгемоглобина достаточно 1 мг нитрита натрия. Посчитайте сами, сколько надо съесть нитритов, чтобы заработать метгемоглобинемию, если 1 л крови здорового мужчины содержит примерно 130 г гемоглобина, женщины — 120 г. Всемирная организация здравоохранения считает безопасной суточную дозу нитритов 0,4—0,8 мг/кг массы тела человека, нитратов — 5 мг/кг. Питтсбургские крысы, принимавшие нитриты с пользой для здоровья, эти нормы не превысили. Во всех опытах уровень нитритов в их крови повышался менее чем на 10%, как после съедения порции листового салата. Увы, настоящего салата животным так ни разу и не дали. Фактически дозы, одобренные ВОЗ, на два порядка меньше тех, которые действительно могут навредить.

Второе обвинение против нитритов — их способность вызывать карциномы, злокачественные опухоли эпителия кожи и внутренних органов человека. Однако доктора Цзен



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

и Цукербраун с коллегами ссылаются на отчет Национальной токсикологической программы Департамента здравоохранения и социальной службы США, опубликованный в 2001 году, из которого следует, что у крыс и мышей, в течение двух лет принимавших нитриты в дозах, достаточных для возникновения выраженной метгемоглобинемии и потери веса, карциногенный эффект нитритов не обнаружен.

Получается, что не так страшен нитрит, как о нем говорят, и более того, в разумных дозах полезен. Все исследователи, отстаивающие этот тезис, ссылаются на так называемую средиземноморскую диету, богатую свежими сезонными овощами. Зеленые овощи (салат, шпинат, укроп) содержат до 2000 мг нитритов на килограмм, свекла — 1500 мг, цуккини — 801 мг. А есть еще бобы, баклажаны, картошка, морковь. Жители Средиземноморья ежедневно съедают с овощами около 400 мг нитритов, в четыре раза больше, чем жители других европейских стран или США, и значительно больше, чем рекомендует ВОЗ, и при этом страдают от сердечно-сосудистых заболеваний реже, чем люди, чей рацион беден нитритами.

Тем не менее, неверно было бы считать, что залог здоровых сосудов исключительно в нитритах. Все сложнее. Средиземноморская диета включает не только зеленые овощи, но и минимальное количество животных жиров и сладостей, оливковое масло и свежие морепродукты, а также красное вино к обеду. Опять же, такие распространенные источники нитритов, как колбаса, сосиски или копченая рыба, никто не назовет здоровой пищей. Воздух больших городов загрязнен NO, но здоровее мы от него не станем. Да и сами исследователи нитритного пути согласны, что в предотвращении разрастания интимы играют роль и другие факторы, например уменьшение воспаления поврежденных сосудов, которое происходит еще до того, как нитрит превратился в NO, или автофагия разросшейся интимы.

Восстановление нитритов до монооксида азота могут осуществлять разные белки, в том числе деоксигемоглобин, деоксимиоглобин, компоненты электронной транспортной системы. Их вклад в синтез NO пока не изучали. Питтсбургские ученые сосредоточились на XOR и доказали, что он действительно играет важную роль в поврежденных сосудах. Но один из использованных ими ингибиторов, вольфрам, действует не только на XOR, но и на другие ферменты, содержащие молибден. Возможно, они также принимают участие в восстановлении нитритов. Чтобы выяснить это, нужны дополнительные исследования. А пока суд да дело, не приналеж ли нам на свеклу?



Долго будет Карелия СНИТЬСЯ

Доктор медицинских наук

И. А. Виноградова,

Петрозаводский государственный университет, кафедра фармакологии, организации и экономики фармации с курсами микробиологии и гигиены

Свет и тьма с точки зрения медицины

«Белые ночи»... Если не брать во внимание романтически настроенных влюбленных или восторженных туристов, готовых все 24 часа в сутки созерцать красоту «страны тысячи озер», такое словосочетание явно должно вызывать тревогу, ведь ночи по определению должны быть темными. Но мало кто задумывается над очевидным вопросом: если белые ночи вредны, то почему и насколько?

Почему вреден короткий световой день, понятно всем. Темнота — это депрессия, снижение работоспособности и потеря жизненного тонуса. Не зря в северных районах платят «северные надбавки», а психологи и физиологи говорят о «депрессии Севера». Зимой темнота и холод, все время хочется спать, мечтаешь о тепле и свете. И вот наконец-то — солнце круглые сутки (рис. 1, 2). И уже не спится, хочется гулять, петь, танцевать. Лето пришло!

На самом деле все гораздо хуже: вредны не только полярные ночи, но и белые, что убедительно доказывают и



экспериментальные, и эпидемиологические исследования. Наша кафедра Петрозаводского университета в тесном сотрудничестве с отделом канцерогенеза и онкогеронтологии НИИ онкологии им. Н.Н.Петрова (Санкт-Петербург) последние десять лет ведет исследования, цель которых — установить, как влияет световой режим Севера на показатели биологического возраста, возрастную патологию и продолжительность жизни.

Почему возникла идея подобных исследований? Вот некоторые общеизвестные эпидемиологические данные. Продолжительность жизни в Карелии низкая, уровень заболеваемости среди северян превышает средние показатели для России в три-пять раз (по болезням органов дыхания, кровообращения и онкопатологиям — более чем вдвое). В других исследованиях было показано, что частота рака молочной железы, рака тела матки, рака ободочной кишки и

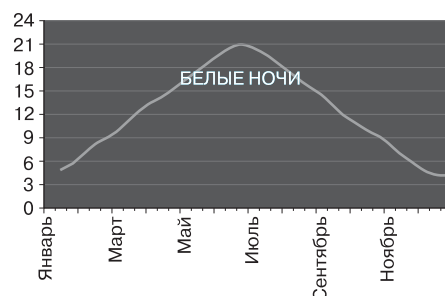
рака легкого у женского населения растет с увеличением расстояния от экватора. Если посмотреть на другие страны этого северного региона — Финляндию, Норвегию, Швецию, то оказывается, что и у них ситуация хуже, чем в более южных европейских странах.

Мы провели простой эксперимент, доказывающий, во-первых, что северные надбавки платят не только за полярные ночи и короткое лето, но и за белые ночи, не менее вредные, а во-вторых, что со световым режимом северян надо что-то делать. Потому что так жить (вернее, спать) нельзя.

Крысы-«северяне» с метаболическим синдромом

В эксперименте участвовала 1001 крыса — прямо арабские сказки. А ночей было даже больше, чем тысяча и одна. Четыре группы крыс, самцов и самок, жили от рождения до смерти в разных световых режимах при прочих равных условиях — температура воздуха, еда

2
Продолжительность светлого времени дня в Петрозаводске



1

Карелия на карте Европы

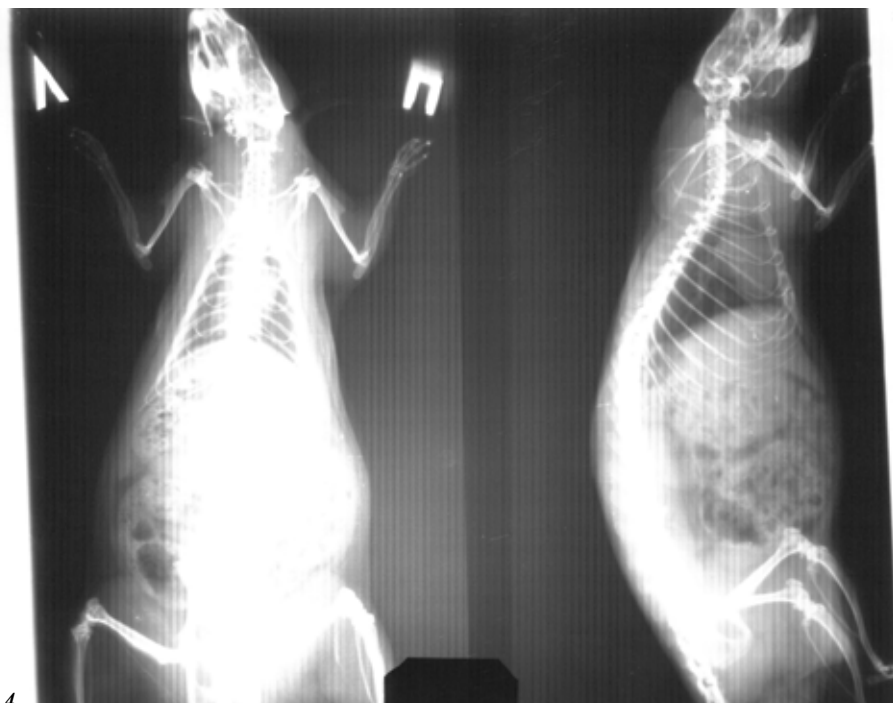




3
Объект исследования

и вода у всех были одинаковыми. Эксперимент длился четыре года (рис. 3). А результатам мы удивляемся до сих пор.

Каждая крыса была «на контроле»: еженедельно, ежемесячно, ежеквартально мы снимали разнообразные показатели, от самых простых, таких как масса тела, потребление корма и воды, до биохимического исследования всевозможных органов и тканей и рентгенографии скелета (рис. 4).



4
Под всевидящим оком рентгена



5
Метаболический синдром бывает и у крыс



Самыми «благополучными» оказались крысы, живущие в полной темноте. Это и неудивительно: крысы, хоть и лабораторные, а значит, уже не одно поколение существующие рядом с человеком, все-таки животные изначально ночного образа жизни. На втором месте были крысы, проводящие свою жизнь в режиме строгого чередования света и



6
Патогенез метаболического синдрома



темноты — «день» и «ночь» по 12 часов. А вот режим естественного освещения Карелии (см. рис. 2) оказался таким же вредным, как постоянное освещение. Животные в этих режимах проживали самую короткую жизнь, а у крыс-самок в карельских условиях даже максимальная продолжительность жизни оказалась меньше, чем аналогичный показатель в постоянном свете.

Но это еще не все. Важно не только, на сколько дней или месяцев крыса пережила своих собратьев, но и как она себя чувствовала и чем болела.

Больше всего не повезло самцам крыс, которые жили в наших карельских световых условиях или в условиях постоянного освещения. Некоторые из них страдали заболеванием, которое у людей называют «метаболическим синдромом», причем в других группах подобных случаев не было вообще! Эти самцы весили больше всех, имели абдоминальное ожирение (то есть жир у них откладывался в брюшной области), повышенный уровень сахара и липидов в крови и глюкозы в моче (рис. 5, 6). Думаю, такой характерный внешний вид знаком многим, и, как видите, виновато в этом не только чрезмерное потребление еды, отсутствие физических нагрузок, но и нарушение светового режима.

Прогрессивный рост животных, их половое созревание замедлялись, если приходилось на зимний период, и ускорялись, если совпадали с сезонном белых ночей. Укорачивалась фаза стабильного роста (зрелость), и у крыс быстрее наступал предстарческий, а затем и старческий период, то есть в наших естественных условиях крысы не только жили меньше, но и старели быстрее. У крыс-самок раньше, чем у их «подруг» в стандартных условиях чередования света и темноты, наступал анэструс (состояние, подобное климаксу у женщин), чаще наблюдались нарушения эстрального цикла (циклы становились нерегулярными, более короткими и т. д.). Когда посмотрели уровень очень важного для репродуктивной системы гормона пролактина, то выяснилось, что этот уровень повышен и подвержен сезонным колебаниям вместе с колебаниями освещенности. Известно, что повышенный уровень

пролактина ведет к разнообразным нарушениям репродуктивной функции, провоцирует развитие опухолей репродуктивной системы. Проверяли мы и уровни гормонов щитовидной и поджелудочной желез, и здесь результаты тоже оказались неутешительными — у крыс была снижена концентрация гормонов щитовидной железы, что также сказалось на обменных процессах (вспомните о толстых крысах!), и повышен уровень предшественника инсулина — С-пептида. Последнее указывает на развитие так называемой инсулинорезистентности — инсулина в организме много, а он не действует. Вот откуда взялись избытки сахаров в крови и глюкозы в моче у наших крыс!

Биохимия и психология

Мы проверили гематологические и биохимические показатели крови — те же самые, что изучают при анализе крови человека при любом обследовании, брали на исследование все жизненно важные органы (сердце, легкие, печень, селезенку, почки, мышцы), определяя в них различные ферменты, необходимые для нормальной работы организма, потом раз в полгода, обобщая все эти показатели, выводили так называемый коэффициент стабильности гомеостаза. И всегда, начиная с самого раннего возраста животных, этот коэффициент в условиях карельского освещения был понижен даже по сравнению с условиями постоянного света!

Далее, «северные» крысы чаще болеют: у многих мы диагностировали инфекционные заболевания, начиная с ринитов и отитов и заканчивая пневмонией и инфекциями желудочно-кишечного тракта и мочевыводящих путей. Да что там инфекции! У крыс, живущих при постоянном свете и в карельских условиях (однако ни разу — в других двух группах), обнаруживалась катаракта. Хронические заболевания дыхательной, сердечно-сосудистой системы, поражения печени и другие болезни встречались у них чаще, чем у тех, кто жил в условиях полной темноты и фиксированного режима освещения. У самцов крыс, доживших до своего естественного конца в условиях постоянной темноты, частота заболеваний, установленная при вскрытии, составляла 1,19, а у самок — 1,06 (другими словами, обнаруживалось одно заболевание, служившее причиной смерти, и иногда, с частотой 0,19 для самцов и 0,06 для самок, — еще одно, сопутствующее). В условиях стандартного освещения этот коэффициент составлял 1,72, а вот при естественном северном и постоянном освещении у самцов он был выше почти в два раза, у самок — почти втрое! Иначе говоря, некоторые самки болели тремя заболеваниями одновременно.



7

Вот так определяется физическая работоспособность

Мы исследовали также работу почек, то есть водно-солевой обмен, — измеряли диурез, проводили общий и биохимический анализ мочи. Процессы реабсорбции, фильтрации, секреции, которые, как известно, подчинены четкому циркадному (суточному) ритму, у «северных» крыс изменялись таким образом, что почка как бы быстрее старела и не могла уже в полной мере осуществлять свою основную функцию — регуляцию кислотно-щелочного равновесия.

Антиоксидантная система в органах, которую мы тоже проверяли, разваливалась прямо на глазах. Онкологические заболевания, как злокачественные, так и доброкачественные, встречались чаще, диагностировались раньше, количество крыс-самок с различными опухолями достигало 70,8%!

Наш эксперимент не ограничивался физиологическими исследованиями. Чтобы понять, хорошо ли нашим крысам, так сказать, с психологической точки зрения, мы ежемесячно с помощью различных тестов изучали поведенческие, психоэмоциональные и когнитивные функции наших крыс, их работоспособность. Крысы ходили по лабиринту, плавали в воде для проверки выносливости, висели на сетке — это тест на статическую работоспособность (рис. 7). Тестировались они и в «открытом поле» (об этом тесте, позволяющем определить тревожность животного, «Химия и жизнь» писала не раз).

Крысы — очень удобный материал для исследования, если требуется перенести полученные результаты на человека: у них такой же суточный ритм мелатонина, они болеют теми же заболеваниями, достаточно сообразительны и для них, в отличие от мышей, существуют различные психологические тесты. Так вот, с памятью, с работоспособностью, с поведением и с психоэмоциональными проявлениями — все было гораздо хуже у крыс, которые жили в естественном освещении или в условиях постоянного освещения. Эти крысы чаще забывали правильный путь, когда ходили по лабиринту, быстрее тонули, раньше падали с сетки, вели себя неадекватно — чаще

пищали, шипели, замирали, умывались, пятились и т. д. — словом, были более «нервными», чем остальные.

Полагаю, результаты нашего исследования доказывают, что северный световой режим для здоровья явно не полезен. Но чтобы окончательно убедиться в этом, мы провели второй эксперимент. Он отличался он от первого тем, что крысы имели разную дату рождения: одна группа была «весенней», а другая «осенней». Оказалось, что крысы, которые родились весной (то есть их рост, половое созревание совпали с периодом белых ночей), болели больше, жили меньше и старели быстрее, чем те, кто родился осенью.

Таким образом, мы подошли к главной составляющей нашего эксперимента: надо что-то делать!

Что такое гипопинеализм и как с ним бороться

С чем связаны все эти нарушения, патологические состояния и болезни? Ответ простой: с нарушением циркадных ритмов. Известно, что коренные народы Севера страдают от своего светового режима и вообще от всех северных неудобств гораздо меньше, чем приезжее население. За века их организмы адаптировались к этим условиям. От чего зависят суточные ритмы млекопитающих?

Пинеальную железу, или эпифиз, в древности считали «вместилищем души» или «третьим глазом». Сегодня мы знаем, что это как раз и есть та самая железа внутренней секреции организма, которая вырабатывает гормон мелатонин, отвечающий за процессы старения и регулирующий наши внутренние биологические часы (рис. 8).

Для выработки этого гормона нужно одно простое условие — темнота. А ее как раз и не хватает в сезон белых ночей. И вот результат: опухоль растет быстрее, старение интенсивнее, продолжительность жизни короче. Свет мгновенно блокирует выработку этого гормона, из-за чего эпифиз долгие годы считали рудиментарной железой. «Она (пинеальная железа) лишена всякого физиологического значения и представляет рудимент, пестротой своего морфологического состава уже в норме являющийся тератоидным образованием», — писал известный патофизиолог А.А. Богомолец в своем труде «Кризис эндокринологии» (1927). Уровень мелатонина в крови долгое время не могли определить, ведь брать кровь нужно ночью (когда концентрация в крови максимальная) и при красном свете, иначе ничего не получится.

Сейчас про мелатонин известно достаточно много, хотя открыли его относительно недавно, в 1958 году. Это сделал



американский ученый Аарон Лернер, занимавшийся изучением витилиго (депигментации кожи). Было известно, что экстракт эпифиза разрушает кожный пигмент, и, чтобы найти его активный компонент, Лернер переработал 250 тысяч эпифизов коров. Настоящий научный подвиг, в честь которого гормон суточного ритма и получил свое название — «мелатонин» (от греч. melas — черный, tosos — труд). Но труд не пропал даром: открытие оказалось даже более важным, чем предполагал ученый.

В декабре 2010 года исследовательская структура Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) — Международное агентство по исследованию рака — объявила о включении работы в ночную смену в список вероятных канцерогенов наряду с курением, ультрафиолетовым излучением, анаболическими стероидами и выхлопными газами. Серьезный повод для беспокойства: по оценкам экспертов, около 20% трудоспособного населения в развитых странах работает в ночную смену. Впервые эту необычную теорию предложил на суд научной общественности Ричард Стивенс, профессор Центра здоровья университета штата Коннектикут в 1987 году. И наши белые ночи — еще одно ее подтверждение.

Основываясь на наших исследованиях, мы постараемся дать практические рекомендации, которые помогут сохранить здоровье людям, проживающим в условиях естественной освещенности Севера. Кстати, эти рекомендации подойдут и тем, кто работает при инвертированном освещении, — медицинскому персоналу, пилотам, стюардессам, авиадиспетчерам, иными словами, всем, у кого бывают ночные смены, и тем, у кого свет уличных фонарей или рекламных щитов проникает в квартиру по ночам. У всех этих людей возникает функциональный гипопинеализм (снижение работы эпифиза). А к чему это приводит, мы уже знаем.

Для профилактики или устранения функционального гипопинеализма рекомендуются в первую очередь нелекарственные методы. В дневное время — как можно больше находиться на свету или создавать себе оптимальный режим искусственного освещения (если на дворе зима и день короток даже в средней полосе). Понятно, что кто-то обязан работать в ночную смену и отказаться не может, но этим людям не стоит проявлять излишнего энтузиазма, не предусмотренного трудовым кодексом. А всем остальным мы советуем ложиться до полуночи (в два часа ночи, когда идет максимальная выработка мелатонина, обязательно



8
Расположение эпифиза

нужно спать!) и рассчитывать время таким образом, чтобы длительность сна не была менее 7—8 часов. Не включайте ночью в спальне свет, ночники, не оставляйте работающим компьютер и другие электрические приборы. Если необходимо вставать ночью, включайте лишь красную лампу (красный свет меньше подавляет мелатонин). Повесьте на окна плотные шторы или наденьте повязку либо очки для сна (см. фото в начале статьи); чем меньше света проникает с улицы (фонари, реклама и т. д.) — тем лучше.

По возможности откажитесь от лекарств, снижающих уровень мелатонина, таких как парацетамол, флуоксетин, резерпин, дексаметазон, бета-адреноблокаторы, блокаторы кальциевых каналов, или хотя бы не пейте их на ночь. Принимайте витаминно-минеральные комплексы, включающие в себя витамин В₃ (никотиновая кислота) и В₆ (пиридоксин), кальций и магний, так как они повышают концентрацию мелатонина. А вот большие дозы витамина В₁₂ (цианкобаламин) и нестероидные противовоспалительные средства (в том числе и аспирин) снижают его концентрацию, поэтому злоупотреблять этими препаратами не нужно. Не следует перед сном пить спиртное и напитки, содержащие кофеин, то есть чай, кофе, кока-колу, энергетика, а также курить — все это снижает выработку мелатонина. А повышают его содержание продукты, богатые триптофаном (эта аминокислота — предшественник мелатонина), — бананы, индейка, курица, сыр, орехи, семечки. Тем же, кому все перечисленные меры не помогли, врачи рекомендуют препараты мелатонина, особенно в сезон белых ночей.

Если соблюдать все эти меры предосторожности, то мелатонин, этот маятник наших биологических часов, будет вырабатываться вовремя и в нужном количестве. Он поможет нам справиться и с болезнями, и с ускоренным старением, и с возрастной патологией, а мечта жить 120 лет станет реальностью. И песня о Карелии —

*Белая ночь опустилась безмолвно
на скалы,
Светится белая-белая ночь напролет,
И не понять, то ли небо в озера упало,
И не понять, то ли озеро в небе плывет —*

будет напоминать только о романтических чувствах и навевать прекрасные воспоминания о «стране тысячи озер».

Автор статьи благодарит доктора медицинских наук, профессора Анисимова Владимира Николаевича, руководителя отдела канцерогенеза и онкогеронтологии НИИ онкологии им. Н. Н. Петрова (Санкт-Петербург) — автора и вдохновителя эксперимента, о котором рассказывается здесь

Мелатонин в организме

- устраняет бессонницу, сохраняет естественную структуру сна;
- адаптирует организм к перемене климатогеографических зон и быстрой смене часовых поясов;
- замедляет старение репродуктивной системы;
- оптимизирует когнитивную деятельность мозга и препятствует ее нарушениям, улучшает процессы восприятия;
- ослабляет тревожное поведение и чувство страха;
- оказывает стимулирующее влияние на жиросжигательный обмен;
- снижает энергетические затраты миокарда, ингибирует агрегацию тромбоцитов, нормализует кровяное давление;
- нормализует моторику, ритм и секреторную активность желудка;
- обладает иммуномодулирующим действием;
- обладает антиоксидантным действием;
- замедляет процессы старения;
- обладает онкостатическим действием;
- регулирует работу эндокринной системы (щитовидная, поджелудочная, половые железы).



Хроника ядерного полураспада

Невыдуманная американская история

Нельзя сказать, чтобы арканарские короли были ревнителями просвещения или знатоками искусства. Просто это считалось приличным, как церемония утреннего одевания или пышные гвардейцы у главного входа.

А. и Б. Стругацкие

В пустынном уединенном месте, чтобы никто не мешал, жила-была лаборатория. С раннего утра и до позднего вечера ее сотрудники ковали ядерный меч для устрашения вероятного противника. Они были интеллектуальной элитой страны, и даже глубокой ночью в лабораторных окнах горел свет: там решали не только задачи по физике, математике и материаловедению, но и думали об устройстве мира.

Потом началось ядерное разоружение, и на ученых посыпались обвинения в подготовке мировой бойни. Тысячи демонстрантов скандировали, что лаборатория — это новый Освенцим. Тогда атаку удалось выдержать. Однако спустя пятнадцать лет, уже после окончания холодной войны, началась новая кампания. Руководство страны решило, что лаборатория нуждается в серьезных реформах и прежде всего в оздоровлении корпоративной культуры, поскольку эти интеллектуалы слишком зазнались.

Средства массовой информации поддержали мнение властей. В марте 1999 года разразился скандал, связанный с тем, что один сотрудник лаборатории, родом из страны партнера-соперника, перекачал на родину секретные файлы с данными, касающимися разработки ядерного оружия. В декабре его арестовали, девять месяцев продержали под стражей и, наконец, приступили к суду, обвинив в 59 случаях кражи секретной информации. Доказать удалось лишь один эпизод, суть которого состояла в том, что он переписал из рабочего компьютера секретные данные на дискету, однако было ли это сделано с целью шпионажа или чтобы поработать с ними дома, осталось неизвестным. Коллеги его проступок осудили



— все-таки надо понимать, где ты работаешь, но настаивали на том, что это чистая случайность. Тем не менее в течение года пропали еще два диска. Казалось бы, чтобы предотвратить в будущем подобные нарушения распорядка, достаточно было изъять из лабораторных компьютеров все устройства записи на внешние носители и несколько изменить систему работы с секретной информацией. (Дело в том, что здания лаборатории разбросаны по обширной территории — полсотни квадратных километров, — и очевидно, что время от времени сотрудники брали из хранилища секретные данные для работы и отнюдь не всегда в тот же день возвращали их на место.) Ан нет: этот случай использовали как повод для изменения корпоративной культуры, которую назвали «патологической». Лабораторию уже официально обвинили в том, что в ней царит атмосфера высокомерия и безответственности и с этим надо заканчивать.

Для выяснения обстоятельств исчезновения дисков прибыли спецслужбы. Дознаватели обыскивали помещения, проводили допросы с использованием детекторов лжи и даже среди ночи вытаскивали некоторых сотрудников из дома, чтобы побеседовать с ними начистоту. Видимо, взаимопонимания достичь не удалось, поскольку в итоге была создана специальная комиссия по вопросам безопасности в ядерных центрах во главе с армейским генералом, придуманы новые меры безопасности, а сотрудникам пришлось на время прекратить исследования и заняться изучением нового регламента и воплощением его в жизнь. Один из ведущих конструкторов боеголовок провел все лето в своем кабинете, штампуя страницы отчетов грифом «секретно». Никто уже не вспомнил о том, что оба «пропавших» диска нашлись спустя пару дней за одним из копировальных аппаратов. Видимо, кто-то с ними работал дома, а когда начался переполох, просто подкинул в укромное место.

Все эти разбирательства закончилось печально для директора лаборатории, физика до мозга костей, который прошел все ступени научно-бюрократической лестницы в этом учреждении. На его место в 2003 году назначили адмирала, язык которого отличался изрядной афористичностью. Например, ему принадлежит фраза: «Заниматься наукой может только полоумный». Он сразу же пообещал расчистить это болото и навести у этих длинноволосых флотский порядок. Спустя полгода, в июле 2004 года, повод ему представился: опять исчезли два секретных диска, а кроме того, студенту-практиканту попали лучом лазера в глаз. Директор обратился ко всем сотрудникам с письмом, в котором рекомендовал ковбоям и умникам, воображающим, что правила писаны не для них, уволиться и не отнимать время на борьбу с ними. Десять сотрудников были отстранены от работы, а деятельность отделов лаборатории парализовало на срок от двух до семи месяцев в зависимости от направления. Сотрудники же снова занялись изучением мер сохранения секретности. Приостановка работ обошлась в 370 миллионов долларов, не считая потери репутации. А наблюдающие органы продолжали говорить о корпоративной культуре, которая им не нравится.

Дальнейшая деятельность по изменению этой культуры успехом не увенчалась. Сотрудники завели блог, в котором каждый мог высказать свое мнение о директоре, и начали состояться в остроумии. Дело дошло до прямых оскорблений. Ночью на лужайку перед особняком директора воткнули табличку «на продажу», а на бампер машины стали наклеивать всякие непристойности. Наконец в мае 2005 года директор подал в отставку. Однако это не исправило ситуацию: число сотрудников, уволившихся в 2005 году, было на 50% больше, чем годом ранее. Самое интересное, что потерянные диски опять нашлись. Точнее, выяснилось, что их вообще не было: кладовщик получил десять дисков, а выписал для них двенадцать этикеток. Лишние он выкинул, однако нигде не отметил, вот и решили, что диски куда-то пропали.

В следующем акте трагедии на сцену вышли деньги. До 2005 года лабораторией управлял весьма известный университет. Однако после отставки директора-адмирала эту практику сочли

порочной. Руководство страны решило от нее отказаться и объявило тендер. Его выиграла могущественная промышленная корпорация, вернее, ее консорциум с участием университета как младшего партнера. Спустя год под контроль этой корпорации попал и второй ядерный центр страны. Стиль управления обоими центрами был одинаковым. Началось с раздела бюджета. Поскольку корпорация, как частная организация, заинтересована прежде всего в прибылях, она и увеличила затраты на управление лабораторией в десять раз. Ранее университет так или иначе направлял эти деньги на нужды лаборатории, корпорация же стала их забирать себе. Вновь назначенные руководители подразделений не желали жить в уединенном городке и бывали на службе наездами. Причем, как принято в частном бизнесе, они достаточно быстро меняли должности и на месте не задерживались. В общем, устанавливать прочные контакты с подчиненными научными сотрудниками мало кому удавалось. Поскольку бюджет оставался прежним, а затраты выросли (к ним прибавился еще и рост налогов из-за утраты статуса некоммерческой организации), начались массовые сокращения — до 25% сотрудников центра. Увольнения проводили в новом корпоративном стиле: сотрудник в проходной узнавал о том, что он здесь больше не работает, под надзором охранников забирал вещи из кабинета, сдавал пропуск, и его выдворяли с территории.

В общем, культура наконец-то изменилась. Это плохо сказалось на моральном климате в коллективе. Основной показатель научной деятельности — число публикаций в рецензируемых журналах — упал с 1400 в 2005 году до 800 в 2010-м. Старожилы сетуют, что теперь уже не горят окна в зданиях до поздней ночи, ученые перешли на режим наемных работников: девять часов при пятидневной неделе и ни минутой больше. И вообще, наука делается трудно, поскольку любое изменение условий эксперимента чревато головной болью от заполнения многочисленных формуляров. Кончается тем, что этот же эксперимент ставит кто-то в менее заорганизованной лаборатории.

Как ни странно, все это никак не сказалось на премиях, которые управляющая лабораторией получала за свою деятельность. Дело в том, что положения их контракта были составлены очень хитро: такие прямые показатели, как число проведенных экспериментов или число публикаций, мало сказывались на оценке эффективности управления научным подразделением, а вот выполнение требований вроде обязательного ношения спецодежды при проведении экспериментов оценивалось высоко. А научным сотрудникам строго-настрога запретили публично высказываться на темы, которые могли бы привести к снижению размера премий управляющим. Что же касается удручающих результатов работы, на это нашелся ответ: а вы бы сами попробовали сломать столь ужасную корпоративную культуру! Нелегко это.

Что же это за лаборатория такая и где она находится? В США. На самом деле это два ядерных центра, Лос-Аламосская и Ливерморская национальные лаборатории Минэнерго США. Все, о чем здесь говорится, описал в своей статье Хью Густерсон из Университета Джорджа Мейсона, специалист по изучению ядерных центров, который провел немало времени в подобных организациях США и РФ («Bulletin of the Atomic Scientists», 2011, т. 67, № 6).

В Херсоне триста тракторов



РАДОСТИ ЖИЗНИ

Попытки писать слова не буквами, а символами химических элементов можно видеть, например, на марке, выпуск которой был приурочен к XX конгрессу IUPAC в Москве. Марка это не простая, а с люминесцентной краской, возможно, первая такая в СССР. Но эта статья — о другом. Наш журнал уже обращался к данной теме — в 1992 году (№ 11, «Филологическая таблица элементов, или Каких букв не хватает химику», и в 1998 году (№ 6, «Опыт построения поэтической таблицы элементов»).

Попробуем, как на этой марке, составить русские слова и фразы из символов химических элементов, читая их так, как если бы они были написаны кириллицей. Такую возможность предоставляют 30 символов: *Аи, Ас, Ат, В, Ва, Ве, Еи, К, Ки, Мо, Н, Не, Но, О, Ра, Ри, Ро, Рт, С, Са, Се, Си, Со, Ст, Т, Та, Те, Ти, Тт, Хе*. (Чтобы можно было включить побольше элементов, используем символ трития (*Т*), забытый в 90-х годах символ элемента курчатовия *Ки* и забытый в 50-х годах символ элемента тулия *Ти* наряду с его нынешним законным символом *Тт*.) Сначала полезно составить словарик, а потом извлекать оттуда подходящий материал. Особую ценность представляют составленные из химических символов длинные слова

и химические термины, а также глаголы, вместо которых в таких текстах часто приходится использовать тире. Главное, чтобы во фразах был некий смысл. Вот некоторые примеры.

*В ХеРСоНе ТРИСТа ТРАКТОРов?
СмРаННО, В ТаВеРНе-ТО ТеСНО-
ВаТО!*

*ТеСТОТеРоН МоНоТОННО СтОНеТВ
ТеРМоСТаТе.*

*В ТаТаРСТаНе ТеПаКТ, В ТВеРи СТ-
НеТ РуСКОВаННО, В КОСМоСе ТеРРоР.
ТОТ ТеКСТ ТРАКТаТа СеРВаНТеСа —
ОТ АтОСа, ОН НеСРавНеНеН.*

*ВОТТОСТеРРаСиСТа МоНТе КРиСтО.
ОН, СТеРВа, В МоСКВе.*

*Та ВеНеРа РаСКОВа ВоВСе Не Се-
СТРа МоНТеРа СаРаСаТе.*

*КСеНоНо-КОРоНеН — НоВаТОР КРи-
ОСИНТОНоВ.*

*ССоРа СТа КОРНеТОВ — СТО ТОМоВ
ТеКСТОВ С ОСТРоВа КРиТ.*



Желаем читателю успешных и красивых находок в подтверждение безграничных возможностей химии и русского языка! Появились первые «изомеры» — одни и те же слова, составленные из разных символов: «растр» = *РАСТР* – *РАСТР* – *РАСТР*, «сорт» = *СОРТ* – *СОРТ* – *СОРТ* – *СОРТ* и так далее. Слово «страстостат» можно записать аж десятью способами:

*СТРАТОСТАТ — СТРАТОСТАТ — СТРА-
ТОСТАТ — СТРАТОСТАТ — СТРАТОСТАТ
— СТРАТОСТАТ — СТРАТОСТАТ — СТРА-
ТОСТАТ — СТРАТОСТАТ — СТРАТОСТАТ.*

А история этой игры уходит в мои далекие студенческие годы. На одном курсе со мной училась девушка Валя с редкой фамилией *СиМоНоВа*. Редкой, потому что никакую другую фамилию нельзя было записать символами химических элементов вместо кириллицы. Я очень гордился своей находкой, которая оказалась судьбоносной — впоследствии девушка Валя стала Корниловой. А идея писать по-русски символами химических элементов осталась.

М.Ю.Корнилов

Автор благодарит Илью Леенсона за полезные советы.

Об архиве

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

Стоимость — 1350 рублей с учетом доставки.

Узнать подробности и заказать архив можно на сайте журнала www.hij.ru

и по телефону (499) 267-54-18.



Полезные ссылки

Друза

<http://geo.web.ru/druza/index.html>



Сайт друзей минералогии — сразу видно, что его делают увлеченные люди. Обширный контент систематизирован несколькими способами. Можно искать минерал по названию, можно узнать, что было найдено в том или ином регионе. Отличного качества фотографии минералов, фотопрогулки по музеям и коллекциям. Есть замечательный раздел «Кто есть кто в мире камня», где собраны биографии известных минералогов. Есть обширная библиография — правда, в ней лишь немногие позиции кликабельны, но, надо полагать, культурные люди еще не разучились пользоваться бумажными библиотеками. На этом же сайте Московский клуб друзей минералогии приглашает на свои встречи (не в Сети, а в реале) всех, кто интересуется этой наукой. Дизайн главной страницы — минималистский, кнопки «где?» и «где?-1» новичка ввергают в недоумение (на самом деле та и другая ведут на списки местонахождений минералов). Однако наполнение сайта помогает смириться с неудобствами.

Золотые купола химии

<http://www.superhimik.com/>



Химический сайт, сделанный в Казахстане, на русском языке. Обширная подборка информации для юных химиков и учителей — книги, интересные статьи, видеоролики опытов, советские учебные фильмы по химии, виртуальные лаборатории (все — в виде ссылок для скачивания), а также материалы к урокам, компьютерные программы для химиков и много другого. Вместе с тем отбор материалов в рубриках, примыкающих к химии, таким как медицина, производится не слишком тщательно. Странно рядом с научной и научно-популярной литературой видеть руководство по «традиционной медицине» и передачи телеканала НТВ. Из недостатков также можно отметить не слишком удачный дизайн. При загрузке каждой страницы весь экран занимает заставка — фотография жизнерадостной девушки, которую приходится сдвигать, чтобы добраться до содержания. На пятый-шестой раз эта барышня уже не вызывает никаких положительных эмоций.

Sci-Hub — сервис доступа к научной литературе



<http://sci-hub.org/>

Вечная проблема отечественной науки — «как раздобыть свежую статью». Всем, кто мучается этим вопросом, рекомендуем зайти сюда. Доступ медленный, зато по большей части бесплатный (при проблемах рекомендуется обращаться в «обратную связь»). Имеется поиск по url, doi либо по названию, имени автора и ключевым словам (то есть пользователю желательно знать заранее, зачем он сюда пришел, — тем, кто ищет «что-нибудь», сервис мало поможет). Те же, кто будут пытаться скачивать книги или журналы целиком, лишатся доступа: «помощь» и «халява» — не синонимы. У проекта есть зеркало <http://sci-hub.site50.org/> и блог в твиттере.



Старые газеты

<http://scholar.google.com/>

«Почему мы так любим читать старые газеты? Наткнемся глазами на какой-нибудь заголовок и не можем оторваться». Авторы проекта не отвечают на этот риторический вопрос. Они просто сканируют старые газеты, где возможно — распознают текст, где не получается — выкладывают файлы в формате djvu. «Вечерняя Москва», «Ворошиловец», «Гудок», «Правда Востока», «За рабселькора-ударника»... В «Набате молодежи» — воспоминания участника боя под Волочаевкой: «Перед колючими проволоками открытая поляна. Остается 200—250 шагов. Только мы поднимемся в атаку: “Ур-р-а!” А они из пулеметов в упор косят, как жнейкой траву. Нет никакой возможности». Вот несколько номеров удивительной газеты «Британский союзник» за сороковые годы — это был, как мы бы сейчас сказали, дайджест британской прессы: десятилетие начала войны с Германией, полет крупнейшего в мире гражданского лайнера, закупки зерна у Советского Союза, установка пяти миллионов телефонов... И номера 1953 года с бюллетенями о здоровье товарища Сталина, и «Московский комсомолец» 1971 года: «Есть у нас неплохие фильмы: “300 лет спустя”, “Король дороги”, “Мяч в воротах” и другие. Только вот беда: кинопрокат не жалуется ими большой экран...», и программа телепередач от того же года — три программы, первая, вторая и четвертая, вещание начинается в 10.05, заканчивается до полуночи, а цветные передачи обозначены особо... Всего газет 1662, из них в формате html — 219. Есть также форум, где можно спросить, например, как сохранить старую газету.



Science360 Knowledge Network



<http://science360.gov/>

Часть проекта «Science360» (спонсор Национальный научный фонд США) — коллекция научно-популярных видеороликов. Посетителей знакомят с «новейшими чудесами науки, инженерии, технологии и математики». Ролики короткие, каждый идет считанные минуты и представляет собой рассказ об одном исследовании, открытии или разработке. Закадровый комментарий — естественно, на английском языке, но неторопливый и внятный, видимо, с расчетом на иноязычных пользователей. Ролики посетители могут брать и размещать на собственных сайтах, в блогах и социальных сетях. Интересно, что разработчики сайта считают своей аудиторией, помимо учащихся, категорию людей, которую они называют science junkies — по-русски приблизительно «наукоманы». И в самом деле, зависимость от этого сайта развивается быстро. Хотите, например, посмотреть, как биологи исследуют медуз в их естественной среде? Или понаблюдать за археологическими раскопками?



Тот, который сидит в пруду

Дмитрий Вронский

Тот-Который-Сидит-В-Пруду размышляет о глупости людей. Они совсем не умеют задавать вопросы, не знают, о чем и как следует спрашивать. И ответов не слушают и не понимают.

Но Тот-Который-Знает-Все готов ответить на любой вопрос, который прозвучит. Не более и не менее. Таковы правила.

Вот к пруду подходит низенькая худая женщина. На лице ее морщинки печали — она много плакала в последнее время.

— Мой сыночек... Он серьезно болен... Смертельно болен! — лепечет она. — Врачи назвали лекарство... дорогое... очень... Сказали, оно может помочь...

Тот-Который-Сидит-В-Пруду молчит. Он все это знает — он вообще знает все. И ждет, когда прозвучит вопрос.

— Мой сын... умрет? — выкрикивает пришедшая, внезапно решившись.

— Да, — отвечает Тот-Который-Знает-Все.

Незримая тяжесть падает на женщину, она, не говоря ни слова, уходит. Тот-Который-Сидит-В-Пруду молчит ей вслед.

Тот-Который-Сидит-В-Пруду знает все. Он знает, что эта посетительница потратит все деньги, влезет в долги, но купит дорогое лекарство. Она не сможет поступить иначе, ведь она — мать. И ее сын вылечится. Затем мальчик будет долго и успешно учиться, закончит университет и аспирантуру, защитит кандидатскую и докторскую, сделает открытия и получит премии... И в возрасте девяносто трех лет умрет от сердечного приступа, окруженный детьми, внуками и любимыми учениками. Люди смертны.

А около пруда уже стоит следующий проситель — пожилой мужчина. Стройный и подтянутый, седина на висках ему к лицу.

— Моя дочь, — начинает он, — уверяет, что любит меня... А я сомневаюсь. У нее теперь своя жизнь, семья... Свои дела. Мы так редко видимся...

Тот-Который-Знает-Все молчит.

— Моя дочь... она любит меня? — мужчина будто бросается в пруд.

— Нет.

Впросивший застывает на мгновение и словно взрывается:

— Нет, я не верю! Жена умерла родами, и я сам растил мою девочку! Я отдавал ей всю душу! Не верю!

Мужчина отворачивается и убегает. Тот-Который-Сидит-В-Пруду знает — он так и не поверил ответу. Это хорошо.

Если бы посетитель догадался спросить, то узнал бы, что его милая девочка вовсе не его родная дочь. Жена зачала ее во время короткого служебного романа и до самой смерти никому не открыла истину. А родная дочь, плод бурной студенческой страсти, не любит его, потому что они ничего не знают друг о друге. И никогда не узнают.

Невдалеке тормозит огромный черный «сухопутный крейсер», и из него выдвигается весьма незаурядный господин. Костюм из Франции, галстук из Италии, штилеты из Германии, часы из Швейцарии.

— Верить или не верить моему деловому партнеру? — но-воприбывший прямо переходит к делу.

— Да.

— Что значит «да»? — раздражается посетитель. — Ты что, издаваешься?

— «Да» означает истинность. Нет, — отвечает Тот-Который-Знает-Всё.

— Ты отвечаешь на все вопросы? — лощеный мужчина уже орет, и лоск слезает с него как дешевая позолота.

— Да.

— Но ты не ответил на мой вопрос?

— Нет.

Осатаневший небожитель запикивается в свой шикарный лимузин и яростно газует. Тот-Который-Знает-Всё молчит.

Ответом на вопрос «верить или не верить» — так же как на «быть или не быть» — несомненно является «да». Быть или не быть — одна из двух возможностей реализуется непременно. Это так же, как верить или не верить — одно из двух действий несомненно необходимо совершить.

«Ты не ответил» — утверждение явно ложное. Тот-Который-Сидит-В-Пруду отвечает на любой заданный вопрос — таковы правила. Это значит, верный ответ на вопрос «ты не ответил?» несомненно «нет».

Некоторое время у пруда ничего не происходит. Солнце уже движется на закат, когда появляется еще один соискатель

— вполне прилично одетый, только волосы растрепаны. Тот-Который-Сидит-В-Пруду мог бы сообщить, что молодой человек потрепал свои кудри в припадке волнения. И что, несмотря на приличную одежду, его мучает жажда стать куда более богатым.

— Как мне разбогатеть? — спрашивает юноша напрямик.

— Перестать ездить на метро, — отвечает невидимый собеседник.

— Что за чушь? Как экономия на метро способна принести богатство?

— Это не чушь. Никак.

Молодой мужчина шагает прочь, злобно бормоча. Поскольку бормотание не содержит вопросов, ответа на него не раздается. Тот-Который-Знает-Всё никогда не комментирует. И не разъясняет ничего, кроме как отвечая на прямо поставленный вопрос. Таковы правила.

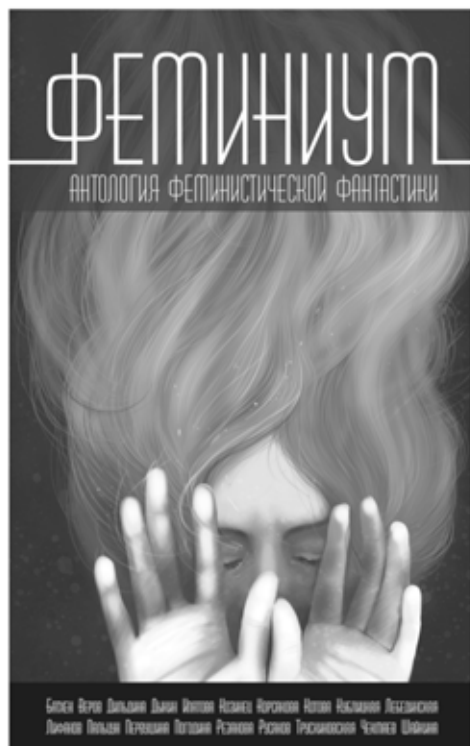
Тот-Который-Сидит-В-Пруду знает все. Он знает, например, что через полтора года в некоем европейском городе умрет старый одинокий миллионер. И что поиски наследников приведут в итоге к этому молодому человеку. Увы, тот будет уже полгода как мертв, он попадет под поезд метро. На станциях в часы пик такая давка...

Больше посетителей сегодня не будет. Их последнее время стало гораздо меньше — пошел слух, что Тот-Который-Сидит-В-Пруду неверно отвечает на вопросы. Или вообще вместо ответа болтает ерунду.

Тот-Который-Знает-Всё не огорчается. Он спокойно и терпеливо ждет, когда прозвучит очередной вопрос, чтобы ответить на него правдиво и кратко. Потому что таковы правила.

Издательство «Снежный Ком М» представляет новые книги

Некоторые завзятые феминистки пишут отличные фантастические рассказы, а некоторые известные фантасты сочиняют истории из жизни отважных, решительных и технически грамотных женщин. В итоге получается «ФЕМИНИУМ»



Вас ждёт новая встреча с героями культового романа «2048», получившего, помимо читательского признания, несколько престижных литературных премий. Также в сборник включены рассказы, дополняющие картину возможного будущего человечества.

В XX веке человечество вышло в космос и покорило Марс, Венеру, спутники газовых гигантов... и древнюю марсианскую цивилизацию. Хемингуэй, Набоков, Бабель, Ремарк и другие классики, конечно же, писали об этом, а мы собрали тексты воедино.



Подробности на сайте издательства www.skomm.ru



В. Камеев

Белый порошок герцогини Альбы



КРИМИНАЛЬНАЯ ХИМИЯ

Е. Стрельникова

*Человек и кошка порошок тот примут,
И печаль отступит, и тоска пройдет.*

Федор Чистяков

«...А вот зеленая! Цвета лугов и ангельских глаз. Или глаз Люцифера? Так будет точнее! Веронская зелень! Чистый яд!

На этот раз она открыла банку, насыпала порошка немного на тыльную сторону левой руки и затем поднесла ее к носу — проклятый жест, который я видел столько раз, когда она вдыхала белый андский порошок; она и на этот раз была уже готова вдохнуть его, но тут я опомнился и, бросившись к ней, резким ударом стряхнул порошок с ее левой руки...»

Этот эпизод из романа Антонио Ларреты «Кто убил герцогиню Альба, или Волаверунт» мы уже обсуждали с вами в статье «Криминальный пигмент» (см. «ХиЖ», 2011, № 5). Герой романа, испанский художник Франсиско Гойя, рассказывает о сцене, которую разыграла герцогиня Каэтана Альба перед своими гостями в его мастерской. Вскоре герцогиня Альба погибла, отравленная ядовитой краской из мастерской Гойи. Но если бы не это злодеяние, судьба герцогини все равно была бы незавидной, а жизнь недолгой. Пристрастие к «белому андскому порошку» рано или поздно сделало бы свое черное дело. Его другое название — кокаин.

Мама Кока у себя на родине

Ларрета не открыл имени «андского порошка», но по описанию его действия и по происхождению ничего, кроме кокаина, заподозрить нельзя. Андским наркотреугольником называют Перу, Боливию и Колумбию — латиноамериканские страны, в которых сосредоточены основные плантации растения кока (на языке индейцев кечуа «кука»). Жители Анд знакомы с ним не одно тысячелетие, о чем свидетельствуют находки археологов: листья коки обнаружены в древних захоронениях на территории Перу. Индейцы аймара использовали коку с III века до н. э., а то и раньше.

Существует две сотни видов этого многолетнего кустарника. Наиболее богатые кокаином *Erythroxylon coca* и *Erythroxylon novogranatense* культивируются не только в Андах, но уже и в Африке, в Индии, на острове Ява и в Шри-Ланке. Куст, не толще виноградной лозы, имеет высоту до двух метров. Прямые ветки покрыты небольшими овальными листьями. Первый урожай (а его снимают до трех-четырех раз в год!) кустарник коки дает через полтора года после посадки, а продолжительность его жизни может превышать 20 лет.

Кока растет на склонах гор на высоте 500—2000 метров над уровнем моря, во влажных долинах, по краю тропических

лесов. Это неприхотливое растение дает обитателям суровых гор недостающие питательные вещества: в 100 граммах листьев коки содержится недельная норма железа, цинка и фосфора, а также витамины, белки. И алкалоиды, среди которых кокаин. Его стимулирующее действие помогало индейцам кечуа и аймара бороться с сонливостью, которая возникает из-за низкого атмосферного давления в горах.

Индейцы считали этот кустарник священным. В империи инков леса коки принадлежали Великому Инке. Жители собирали листья в качестве подати, использовали в религиозных ритуалах — сжигали, принося в жертву богу Солнца Инти, да и другим богам перепадало. Инкская богиня Кука Мама (Мама Кока) — прекрасная женщина, которая, согласно легенде, превратилась в куст коки. Многие важные обряды в жизни индейцев, в том числе и незнатных, — свадьба, инициация — требовали, чтобы их участники жевали листья коки. Использовалось это растение и в медицинских целях. Пережеванные листья в качестве анестезирующего средства накладывали на раны, например при трепанации черепа. Гонцы и воины в пути жевали коку, чтобы снять усталость.

1492 год — официальная дата открытия Америки Христофором Колумбом. А в 1503 и 1504 годах прославленный путешественник, флорентиец Америго Веспуччи в своих знаменитых письмах банкиру Медичи, на службе у которого он ранее состоял, и другу детства Пьетро Содерини описал дикие повадки индейцев севера современной Колумбии, которые непрерывно жевали листья некоего растения. Листья хранились в сухой выдолбленной тыкве, а в другой тыкве они держали белый порошок, похожий на толченую известь, и временами добавляли его к своей жвачке. Веспуччи предположил, что аборигены жуют траву для утоления жажды. Сам он ее не пробовал. Скорее всего, ему и не предлагали: листья коки все-таки имели сакральное значение, да и ценились, как свидетельствует перуанский хронист Блас Валера, выше серебра, золота и драгоценных камней.

А тем временем конкистадоры прокладывали себе дорогу через Вест-Индию в надежде разжиться драгоценными металлами, которыми богат этот континент. Юный Педро де Сьеса де Леон стал конкистадором и одним из первых землепроходцев: во время экспедиций и военных походов он не один раз пересек западное побережье Южной Америки. В 1550 году Сьеса де Леон вернулся в Испанию, привезя с собой не военные трофеи, а восемь томов «Хроник Перу» (в данном случае Перу — название не современного латиноамериканского государства, а вице-королевства, то есть колониального владения Испании, включавшего территории нынешних Перу, Колумбии, Чили, Эквадора, Боливии).

В одной из глав Педро де Сьеса де Леон рассказал «о ценности... травы, называемой кока, повсюду выращиваемой в этом королевстве». «Спрашивая индейцев, по какой причине у них всегда занят рот той травой (которую они не едят, а только жуют), они говорят, что меньше чувствуют голод и что обнаруживают в себе много сил и бодрости», — а также дал

этой привычке нравственную оценку: «...хотя все же мне этот обычай кажется порочным».

Эта глава «Хроники» относится к 1548 году. Империя инков более десяти лет как рухнула, и кока стала доступна любому жителю Анд, а не только знатным инкам. Привычка жевать ее быстро распространилась среди индейцев. Это чудесное растение заглушало у поработанных жителей испанской колонии чувства голода, боли и усталости. Не умея ценить деньги, индейцы готовы были работать в шахтах или на плантациях за небольшое количество песо для покупки коки, да и просто за несколько листов, выдаваемых в качестве оплаты после полного рабочего дня.

Вскоре торговля кокой заняла важное место на рынке вице-королевства Перу. Она давала основные поступления в казну. Испанские помещики-энкомьендерос получали от нее огромный доход. Не оставалась в стороне и церковь: в 1539 году епископ Куско ввел для своей епархии десятину на урожай коки. При этом условия труда кокалерос, сборщиков урожая, были далеки от идеальных. Андских индейцев, привыкших жить высоко в горах, сгоняли в жаркие влажные долины, где произрастала кока. Прибавьте к непривычному климату кровососущих москитов, переносящих опасные заболевания. Стоит ли удивляться, что через пять месяцев работы на плантациях коки от трети до половины индейцев погибали? Те, кто возвращались в горные деревушки, были слабы и истощены и порой уже не могли поправиться.

Изнурительная работа на плантациях, в серебряных и ртутных рудниках продолжала истребление индейцев, начатое конкистадорами. А сама кока еще больше ему способствовала. Таково коварство любого стимулятора: подстегивая организм в борьбе с усталостью, он заставляет бесконтрольно расходовать резервы, приводя к полному физическому и психическому истощению, а иллюзия сытости не может заменить недостающее питание. Употреблявшие коку индейцы (коккерос), хоть и могли трудиться целый день без еды или же несколько суток без сна, через некоторое время выглядели ужасно: вялость, худоба, запавшие глаза, желтоватый цвет кожи, нетвердая походка, дрожащие руки. Молодые люди становились похожими на стариков и в 30—35 лет умирали.

В современных Боливии и Перу кока — часть традиционной культуры. Президентом Боливии в 2006, а затем и в 2009 году избран Эво Моралес, бывший кокалеро, лидер профсоюза крестьян, занятых выращиванием коки, представитель коренного народа аймара. Одно из его предвыборных обещаний — легализовать посевы коки. Борец за возрождение традиционной культуры, Эво Моралес призывает не путать коку с кокаином. Возможно, вскоре на гербе Боливии вместо лаврового венка появятся ветки коки как символ национальной и культурной идентичности.

Мама Кока покоряет Европу

Считается, что первые образцы листьев коки в 1580 году привез в Европу врач и ботаник из Севильи Николас Монардес, которого испанцы называют «отцом фармакологии». С 1565 по 1574 год он опубликовал несколько работ, в которых анализировал медицинские и фармацевтические традиции индейцев, не обходя вниманием и коку. Труд Монардеса был переведен на латинский и английский языки. А вот листья коки впечатления не произвели. Вероятно, из-за долгого хранения в плохих условиях они утратили свое действие.

На протяжении двух последующих веков сообщения об этом растении появлялись в трудах путешественников и ботаников, но широкой известности в Европе кока не приобрела. В XIX веке картина изменилась. Интерес европейцев к экзотическому растению пробудил итальянский ученый и писатель, доктор медицины Паоло Мантегацца. Непоседливый молодой доктор много путешествовал, в том числе по Южной

Америке, в Аргентине и Парагвае занимался врачеванием. Заинтересовавшись местным обычаем жевать листья коки, Мантегацца в 1859 году решил исследовать их действие на собственном опыте. Сначала он, подобно индейцам, жевал листья, а потом стал настаивать их на кипятке и пить настой. Испытанные ощущения понравились итальянцу. Сперва он чувствовал прилив энергии, побуждавший совершать какие-нибудь физические действия, например вспрыгнуть с пола на стол с необыкновенной ловкостью. Затем наступал период спокойствия и довольства, а сны после приема препарата становились необычайно яркими и фантастичными. Мантегацца подробно описал свой опыт в статье «О гигиенических и медицинских достоинствах коки», где горячо ее пропагандировал.

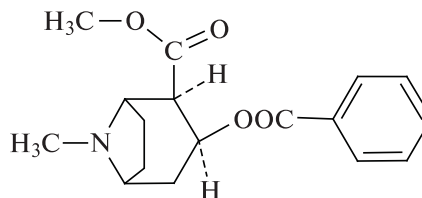
Побочных действий препарата итальянский врач на себе не испытал, потому что принимал коку в умеренных дозах — от трех до десяти граммов листьев. Однако другие исследователи — немецкий ботаник Эдуард Фридрих Пёппиг в 1836 году, а несколько позднее, в сороковых годах, и швейцарский натуралист и дипломат Иоганн Якоб фон Чуди, — опираясь на наблюдения за индейцами в Перу и других странах Южной Америки, предостерегали от чрезмерного употребления коки, которое приводит к истощению сил и преждевременной старости. Пёппиг сравнивал пагубное действие коки с морфием и описал болезненное пристрастие к этому зелью, возникающее при длительном употреблении.

В 1855 году немецкий химик Фридрих Гедике выделил из листьев коки бесцветные кристаллы неизвестного алкалоида, который назвал эритроксилином (по латинскому названию растения). Судя по составу, установленному Гедике, это был не кокаин, а, скорее всего, смесь алкалоидов коки. Действующим началом коки заинтересовался и великий Фридрих Вёлер. В 1857 году он попросил австрийского путешественника Карла фон Шерцера, который отправлялся в кругосветную экспедицию на борту фрегата «Новара», привезти из Перу листья чудесного растения. В 1859 году фон Шерцер привез в геттингенскую лабораторию Вёлера целый сундук листьев.

Изучением действующего начала коки Вёлер поручил двадцатипятилетнему соискателю докторской ученой степени Альберту Ниманну. Молодой сотрудник в течение года выделил новый алкалоид, который назвал кокаином, и не побоялся попробовать его на вкус. Как и положено алкалоиду, кокаин оказался горьким, вызывал слюноотделение, а необычным было ощущение холода и онемения на поверхности языка. Ниманн установил его состав и написал в 1860 году докторскую диссертацию «О новом органическом основании, содержащемся в листьях коки». Правда, формула кокаина была определена неточно, но продолжить исследования Ниманну не пришлось: в 1861 году он умер в возрасте двадцати шести лет от токсической пневмонии. Причиной смертельного заболевания было отравление горчичным газом — ипритом, который незадолго до этого впервые синтезировал молодой ученый.

Точный состав кокаина — $C_{17}H_{21}NO_4$ — был выяснен позднее после тщательной очистки, а структуру установил в 1897 году будущий нобелевский лауреат и исследователь хлорофилла Рихард Вильштеттер, осуществивший полный синтез этого алкалоида:

Метод выделения кокаина из растительного сырья, который



использовала Ниманн, взяла на вооружение знаменитая фармацевтическая фирма «Мерк», уже специализировавшаяся на производстве морфина. В 1862 году эта фирма произвела целых 100 граммов кокаина.

Но постойте! Ведь герцогиня Альба умерла еще в 1802 году, а кокаин был выделен из листьев растения более чем 50 лет спустя! Однако Антонио Ларрета так убедителен, описывая испанскую детективную историю, как будто сам присутствовал при ее развязке. Чувствуется, что автор прекрасно знает историю и обычаи Испании начала XIX века. Зачем ему понадобился странный анахронизм? Возможно, уругваец Ларрета таким способом «передает привет» родному континенту, судьба которого тесно связана с родиной Франсиско Гойи и Каэтаны Альбы. Пусть герцогиня и не злоупотребляла алкалоидом коки, от этого рассказ Ларреты не становится менее увлекательным.

Увлечение «андским порошком» охватило Европу и Америку уже в восьмидесятые-девяностые годы позапрошлого века. Сначала новому алкалоиду нашли медицинское применение. Напомним: речь идет именно о кокаине. О медицинском использовании листьев коки сообщали и Монардес, и Мантегацца, и не только они. Именно на листьях коки, а не на кокаине, к тому времени уже полученном в лаборатории Вёлера, настаивалось знаменитое «Вино Мариани». Патент на него в 1863 году получил французский фармацевт, корсиканец Анджело Мариани. «Вино Мариани» было не единственным коковым вином, но самым прибыльным — его создатель стал первым «кокаиновым» миллионером.

Секрет коммерческого успеха был в том, что Мариани сумел сделать своему «французскому тонизирующему вину» хорошую рекламу. Оно рекомендовалось как безвредный бодрящий напиток на основе красного вина, снимающий усталость и повышающий работоспособность: «Даже мумии оживают, встают и ходят, когда они выпьют “Вино Мариани”». Еще бы: в 100 г этого напитка содержалось 20—25 мг кокаина! Его стимулирующее действие оценили многие. Предприимчивый Мариани собирал лестные отзывы знаменитостей о своем детище и публиковал их вместе с портретами и биографическими сведениями об авторах в специальном сборнике. Всего было 12 таких томов. Благодаря им известно, что поклонниками «Вина Мариани» были Александр Дюма, Жюль Верн, Эмиль Золя, Жюль Массне, Шарль Гуно, Сара Бернар, Генрик Ибсен, Артур Конан Дойл, Роберт Льюис Стивенсон, Герберт Уэллс, а также королева Виктория и императрица Александра Федоровна, 25-й президент США Уильям Мак-Кинли и король Испании Альфонсо XIII, главный раввин Франции и два римских папы — Пий X и Лев XIII. Папа Лев XIII не расставался с флягой «Вина Мариани» и наградил его создателя золотой медалью со своим изображением.

Неимоверная популярность «Вина Мариани» сменилась забвением, когда уже в XX веке в полной мере оценили опасность, таящуюся в кокаине, и содержащие кокаин продукты были запрещены. Однако Мариани не случайно называют «дедушкой кока-колы». В 1884 году американский фармацевт Джон Пембертон создал лекарственное средство «Pemberton's French Wine Coca» по образцу «Вина Мариани». Пембертон воевал на стороне южан в Гражданскую войну, получил ранение, тогда и пристрастился к морфию. Для борьбы с морфиновой зависимостью, следуя заблуждениям своего времени, стал принимать настой коки. Чтобы сделать лекарство более приятным, он последовал примеру Анджело Мариани. В свой рецепт кокового вина Пембертон включил также экстракт африканских орехов кола, содержащий кофеин.

Свое целебное вино Пембертон рекомендовал для лечения разнообразных расстройств здоровья, в первую очередь нервных, морфиновой и опиумной наркомании. Но как раз в эти годы в Соединенных Штатах начали борьбу с алкоголиз-



мом, был принят «сухой закон», и вино из рецепта пришлось удалить. В 1886 году был запатентован безалкогольный напиток кока-кола. Собственно, Пембертон создал рецепт сиропа, который разбавляли водой в аптеке, где напиток продавали в розлив. Оба алкалоида, содержащиеся в растительном сырье — и кокаин, и кофеин, — горькие. Большое количество жженого сахара должно было замаскировать горечь, а чтобы повысить продажи в жарких южных штатах, сироп стали смешивать не с обычной водой, а с содовой. Современная кока-кола не содержит кокаина — с 1906 года для приготовления напитка используют листья коки, из которых алкалоид уже извлечен.

Но Мариани и Пембертон в своих напитках использовали не чистый алкалоид, а экстракт листьев коки. И нам пора уже перейти от растения к его алкалоиду.

Толчок «кокаиновому буму» 80-х годов XIX века дали медицинские исследования и алчность фармацевтических компаний. Еще в доколумбову эпоху индейцы кечуа и аймара применяли коку не только как стимулятор, но и для анестезии. Рано или поздно европейские врачи должны были додуматься до этого. Собственно, с кокаина и началась местная анестезия.

Кокаин приходит в медицину

Русский врач из лифляндских дворян Василий Константинович Анреп, или Базиль фон Анреп, как его называли в Европе, первым провел опыты по обезболиванию с кокаином и опубликовал результаты в конце 1879 года. Двадцатисемилетний доктор в то время стажировался в Вюрцбурге. Он погружал лапки лягушек в солевой раствор и раствор кокаина и обнаружил, что они по-разному реагируют на раздражение. Затем Анреп вводил себе под кожу раствор кокаина, наносил его на язык и убедился в локальном анестезирующем действии. Результаты исследований, рекомендации и направление дальнейших исследований он опубликовал в немецком медицинском журнале «Архив физиологии». Анреп первым предложил после необходимых испытаний использовать для местной анестезии инъекции раствора кокаина.

А тем временем немецкий врач Теодор Ашенбрандт в 1883 году испробовал тонизирующее действие кокаина на баварских солдатах во время маневров. Солдат, упавший на марше в обморок от усталости, принял по рецепту доктора Ашенбрандта столовую ложку раствора гидрохлорида кокаина и, несмотря на жару и тяжелый ранец, бодро прошагал еще несколько километров. Этот эпизод, а также ряд подобных Ашенбрандт описал в статье в «Германском медицинском еженедельнике», отмечая повышение выносливости, подавление чувства голода, улучшение настроения под действием кокаина.

Эта статья попала на глаза двадцативосьмилетнему венскому врачу, никому тогда еще не известному Зигмунду Фрейду. Молодой исследователь приобрел в фирме «Мерк» некоторое количество алкалоида и начал с ним эксперимен-

тировать: принимал небольшими дозами в разных формах и анализировал свои ощущения. К опытам он привлек своего товарища, коллегу по венской больнице, молодого офтальмолога Карла Коллера.

Если Фрейд в первую очередь занимало влияние алкалоида на психику, то Коллер обратил внимание на потерю кожной чувствительности под действием кокаина. Ранее Коллер уже занимался поиском анестезирующего средства для глаз, а потому решил попробовать на эту роль кокаин. Сначала испытание проводилось на лабораторных животных, а затем экспериментатор закапывал раствор кокаина себе в глаз. Чтобы убедиться в действии препарата, Коллер колол глаз иглой! Убедившись в потере глазом болевой чувствительности, молодой врач начал применять раствор кокаина в своей практике.

Осенью 1884 года Карл Коллер сделал доклад о своем опыте применения кокаина, сославшись в нем на статью Василия Анрепа как своего предшественника. И позднее, при обсуждении проблемы приоритета, Карл Коллер отдавал должное другим исследователям, ставя себе в заслугу лишь то, что известные свойства кокаина он первым применил в офтальмологии. Однако именно Коллера многие считают основоположником местной анестезии.

А Зигмунд Фрейд в том же 1884 году опубликовал свою первую, весьма объемную статью «О коке», в которой сделал обзор литературы о растении, его алкалоиде и описал в самых восторженных тонах действие кокаина на организм, испытанное им на себе. Всего на эту тему было написано восемь статей. Фрейд возлагал на исследования кокаина (которые, кстати, оплачивали фирмы «Мерк» и «Парк и Дэвис») немалые надежды. Он был беден и поэтому не мог жениться на любимой и любящей его девушке. За исследование кокаина Зигмунд взялся с энтузиазмом, надеясь сделать открытие и прославиться, а там и разбогатеть. Но открытие совершил его друг Карл Коллер, который вел целенаправленный поиск анестезирующего вещества. А Фрейду кокаин принес только разочарование.

Поначалу Зигмунд сам малыми порциями принимал кокаин, испытывал прилив умственных и физических сил, а депрессия сменялась бодростью и эйфорией. Без должной клинической проверки, опираясь на публикации предшественников и свои ощущения, Фрейд стал рекомендовать кокаин своим друзьям, невесте и пациентам как универсальное средство от самых разных недугов, в том числе от морфиновой зависимости. Он предложил полюбившийся ему алкалоид для лечения своего друга, физиолога Эрнста фон Фляйшля, страдавшего пристрастием к морфию. Как вы догадываетесь, морфиновая зависимость сменилась кокаиновой.

Михаил Афанасьевич Булгаков от имени своего персонажа написал гораздо позже в рассказе «Морфий»: «Я — несчастный доктор Поляков, заболевший в феврале этого года морфинизмом, предупреждаю всех, кому выпадет на долю такая же участь, как и мне, не пробовать заменить морфий кокаином. Кокаин — сквернейший и коварнейший яд». Фрейд этого не знал, однако наблюдения за страданиями друга-наркомана сделали его более осторожным. Он уже предостерегал от инъекций, тон статей стал более сдержанным, и после 1887 года Фрейд больше не писал о кокаине. А Эрнст фон Фляйшль умер в 1891 году в возрасте 45 лет.

В Нью-Йорке в том же 1884 году хирург Уильям Стюарт Халстед начал испытывать на себе и ассистентах кокаиновые инъекции для местной анестезии. Кокаиновая блокада вошла в хирургическую практику, и в 1885 году Халстед уже обучал этому методу европейских хирургов в Венской городской больнице. За открытие пришлось заплатить высокую цену: и Халстед, и многие из его ассистентов стали кокаиновыми наркоманами.

С 1885 года кокаин начали применять в самых разных областях медицины. Считается, например, что повесть «Странная история доктора Джекила и мистера Хайда» Роберт Льюис Стивенсон написал в течение шести дней во время приема кокаина, который был ему прописан для лечения туберкулеза в 1886 году. Знаменитый краковский офтальмолог профессор Вихеркевич рекомендовал кокаин детям до и во время морского путешествия для профилактики укачивания.

Фармацевтические компании торопились удовлетворить спрос. По сравнению с 1883 годом объем производства кокаина компанией «Мерк» в 1885 году возрос в 200 000 раз (с четырехсот граммов до девяти с лишним десятков килограммов). И это только германский «Мерк», а были еще американский «Парк и Дэвис», британский «Берроуз и Уэлкам» и множество мелких фармацевтических предприятий. Конкурирующие фирмы предлагали потребителю и порошок кокаина «от насморка», и аэрозоль для полости рта и носа, и капли от зубной боли, и леденцы для лечения охрипшего горла у певцов и ораторов. Американская фирма «Парк и Дэвис» выпускала даже раствор для внутривенных инъекций в комплекте со шприцем. Вместе со спросом выросли и цена, и доходы производителей.

А медики тем временем все чаще сталкивались с отравлениями кокаином, в том числе и смертельными. К середине 80-х годов накопилась статистика неблагоприятных исходов операций с кокаиновой анестезией, и практикующие врачи стали отказываться от этого средства. Но фармацевтические компании от своих доходов отказываться не собирались. Содержащие кокаин препараты продолжали поступать в свободную продажу, а последствием стал лавинообразный рост числа кокаиновых наркоманов. И вот: «Шерлок Холмс взял с каминной полки пузырек и вынул из аккуратного сафьянового несессера шприц для подкожных инъекций. Нервными длинными белыми пальцами он закрепил в шприце иглу и завернул манжет левого рукава. Несколько времени, но недолго он задумчиво смотрел на свою мускулистую руку, испещренную бесчисленными точками прошлых инъекций. Потом вонзил острие и откинулся на спинку плюшевого кресла, глубоко и удовлетворенно вздохнул. <...>

— Что сегодня, — спросил я, — морфий или кокаин?

Холмс лениво отвел глаза от старой книги с готическим шрифтом.

— Кокаин, — ответил он. — Семипроцентный. Хотите попробовать?»

«Знак четырех» написан в 1890 году. Доктор Ватсон уже знает о зловредных свойствах кокаина, но запрета на его продажу нет. В последнее десятилетие XIX века в общественном мнении укрепилось неодобрительное отношение к наркоманам, в частности к кокаинистам. Среди них становится все больше искателей острых ощущений.

Кокаин в XX веке

Первое десятилетие XX века не принесло изменений в отношении к кокаину: добропорядочные граждане осуждают, богема употребляет. Кокаин стал частью культуры декаданта. Кокаиновой зависимостью страдал, например, Александр Вертинский. Вылечился от нее, уйдя санитаром на фронт. А сестра Вертинского умерла от передозировки кокаина. Ей артист посвятил песню «Кокаинетка»:

«Что вы плачете здесь, одинокая глупая деточка,
Кокаином распятая в мокрых бульварах Москвы?
Вашу тонкую шейку едва прикрывает горжеточка,
Облысевшая, мокрая вся и смешная, как вы».

В 1914 году в Соединенных Штатах был принят закон, известный как «Акт Гаррисона», который ограничивал продажу наркотиков, в том числе и кокаина. Оборот наркотиков ушел

в тень. В Европе же никаких ограничений не было. Кокаин был даже «поставлен на военную службу»: германские летчики употребляли синтетический кокаин фирмы «Мерк» для повышения работоспособности при полетах на дальние расстояния. А в Лондоне в 1916 году самый известный универмаг «Хэрродс» предлагал покупателям набор, содержащий кокаин, морфин и шприцы с иглами, под названием «A Welcome Present for Friends at the Front» («Желанный подарок для друзей на фронте»)!)

Но и после войны в Великобритании не все было благополучно по части кокаиновой наркомании. Сюжет «Убийства на балу Победы» Агаты Кристи строится вокруг кокаина. О торговле кокаином идет речь и в ее рассказе «Кобылицы Диомеда» из сборника «Подвиги Геракла» (под Гераклом подразумевается тезка греческого героя — Эркюль Пуаро). Сначала Пуаро заподозрил, что некие торговцы кокаином хотят приобщить к нему дочерей отставного генерала Гранта: «Вашу дочь Шилу пытаются пристрастить к наркотикам, — поясняет Пуаро. — Привыкнуть к кокаину можно очень быстро, достаточно пары недель. А когда зависимость возникает, наркоман пойдет на что угодно, лишь бы заполучить очередную дозу. Сами понимаете, сколько можно заработать на этом».

Агата Кристи от имени Эркюля Пуаро и его друга-доктора объясняет читателю, чем опасен кокаин: «Кокаин — такая штука, от которой поначалу у человека появляются за спиной крылья и все вокруг кажется просто восхитительным. Ощущение такое, что можешь горы свернуть. Но если немного перебрать, возникают нервное перевозбуждение, галлюцинации и состояние невменяемости... К наркотику легко привыкнуть, но от этой привычки ох как трудно избавиться. Тот, кто извлекает из подобного выгоду, — настоящий вампир, питающийся человеческой плотью и кровью». В финале Пуаро удается разоблачить этого вампира, а заодно и удивить читателя неожиданной развязкой.

И в России в годы войн и революций кокаин был весьма популярен. 19 июля 1914 года царским указом были запрещены производство и продажа всех видов алкогольной продукции на все время войны — «царский сухой закон». Кокаина запрет не коснулся. Александр Вертинский вспоминал, как в штабном вагоне белогвардейского генерала Слащёва офицеры угощались понюшками кокаина. Предлагали и бывшему кокаинисту Вертинскому, но он благоразумно отказался.

Константин Георгиевич Паустовский в «Повести о жизни» описывает жизнь Киева во времена атамана Петлюры и гетмана Скоропадского: «На Бессарабке открыто торговали кокаином и приставали к прохожим проститутки-подростки». Михаил Афанасьевич Булгаков дополняет картину: «Извозчики целыми днями таскали седоков из ресторана в ресторан, и по ночам в кабаре играла струнная музыка, и в табачном дыму светились неземной красотой лица белых, истощенных, закокаиженных проституток».

Ну что ж, мы видим, что здравомыслящие люди еще в XIX веке поняли, чем опасен кокаин. Пора разобраться и нам.

Чем опасен кокаин

Как и все наркотики, кокаин вмешивается в процесс передачи нервных импульсов. Вмешательство у разных наркотиков происходит на разных этапах. Кокаин препятствует обратному захвату в центральной нервной системе нейромедиаторов-моноаминов — норадреналина, дофамина и серотонина. Обратный захват — это поглощение молекулы нейромедиатора, выполнившего свою роль, пресинаптической мембраной. Кокаин связывает молекулы, транспортирующие нейромедиаторы к мембране, и нейромедиатор остается в синаптической щели. Избыток катехоламинов вызывает перевозбуждение нервной системы, а именно от уровня этих веществ зависит



эмоциональное состояние. Отсюда приятные ощущения после приема кокаина, эйфория, прилив сил, потребность непрерывно двигаться, говорить, повышение выносливости, уменьшение потребности в сне и еде.

Однако с увеличением концентрации моноаминов в синаптической щели уменьшается их количество в пресинаптической мембране, и с каждым последующим нервным импульсом нейромедиатора выделяется все меньше. А низкое содержание моноаминов приводит к депрессии! Ее называют «кокаиновой грустью». Круг замкнулся: прием кокаина, призванный улучшить настроение, в итоге приводит к депрессии. Как следствие — потребность в возрастающем количестве стимулятора. А там недалеко и до передозировки.

Но передозировка моноаминов, и особенно дофамина, приводит к проявлению симптомов шизофрении: отрыв от реальности, галлюцинации, параноидальные расстройства. Характерным для хронического кокаинового отравления является так называемый симптом Маньяна — тактильные галлюцинации, при которых наркоман чувствует под кожей инородные предметы типа песка или мелких насекомых, червей или даже микробов. Такими галлюцинациями страдала светская дама-кокаинистка в «Кобылицах Диомеда»: «По мне ползают какие-то букашки, — пожаловалась она... — Клянусь, в самом деле ползают. Я сойду с ума...» Бывали случаи, когда наркоман ножом разрезал себе кожу, чтобы извлечь из-под нее «червей». Постоянное почесывание кожи вызывает покраснение, которое называют «укусы кокаиновых клопов». И это не единственный характерный внешний признак кокаиниста.

При вдыхании порошка кокаина через нос (в фильмах «99 франков» и «Жизнь как чудо» можно увидеть, как «дорожку» кокаинового порошка вдыхают через свернутую в трубочку банкноту) разрушается носовая перегородка и ткани носа наркомана. Начинается так называемый боливийский насморк — ринит, осложненный носовым кровотечением. При вдыхании или проглатывании кокаина разрушаются зубы и образуются язвы на деснах, потому что при гидролизе гидрохлорида кокаина выделяется соляная кислота. При инъекциях кокаина в месте укола остаются «кокаиновые следы» — кровоподтеки и язвы.

Еще один способ приема кокаина — курение крэка. В отличие от солянокислой соли кокаина (гидрохлорида кокаина), которую используют для инъекций и вдыхания, для курения берут кокаиновое основание. Гидрохлорид кокаина обрабатывают щелочным раствором, и из соли вытесняется основание — крэк. Именно так поступали индейцы, добавляя к жвачке из листьев коки белый порошок из выдолбленной тыквы, каковым была известь или зола. Дело в том, что в растении алкалоиды содержатся в виде водорастворимых солей, а при действии на нее извести или растительной золы, содержащей поташ, получался собственно кокаин. Движения хронического курильщика крэка называют «крэковой пляской» — вид двигательных расстройств, проявляющихся в судорожных неконтролируемых движениях, частом моргании, причмокивании. Это

происходит из-за того, что нейромедиаторы не удаляются из синаптической щели, создавая фоновые помехи в передаче нервных импульсов.

А еще кокаиниста выдают расширенные зрачки, чрезмерная худоба, неопрятный внешний вид, неразборчивая речь, раздражительность, агрессивность, злоба... Красавчик!

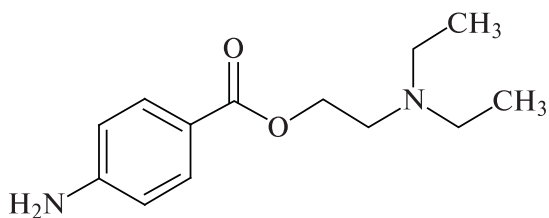
У кокаина есть и другие коварные свойства. Он влияет не только на центральную нервную систему, но и на другие системы организма, в первую очередь на сердечно-сосудистую систему. Повышает артериальное давление и частоту сердечных сокращений, одновременно вызывая спазм коронарных артерий. Кровоснабжение миокарда ухудшается, а нагрузка на него увеличивается — прямой путь к инфаркту! Что и случается в 6—13% случаев обращения пациентов с болью в груди, возникшей после приема кокаина. Боль может быть также вызвана и инфарктом легкого, и расслоением аорты, и некоторыми другими последствиями пагубного пристрастия. Воспаление миокарда у людей, употребляющих кокаин, встречается в пять раз чаще, чем у остальных.

Не буду описывать действие кокаина на другие системы организма — картина и без того мрачная. Добавлю только, что смертельная доза кокаина для человека, который ранее его не употреблял, составляет 200 мг, а для наркомана в среднем 1,2 г. Но летальный исход может наступить и от приема 20 мг, все зависит от индивидуальной чувствительности к кокаину.

Пробуждающие амины

И в книгах первой четверти XX века, и в книгах об этих временах довольно часто фигурирует кокаин, но позже интерес к нему угасает. Оно и понятно: законодательные ограничения подкосили торговлю, а медицина в кокаине окончательно разочаровалась. Некоторое его количество, правда, использовали в офтальмологии — единственной области, где применение коварного алкалоида не приводило к трагическим последствиям. А еще кокаин наряду с морфином входил в состав Бромптон-микстуры, которую использовали как мощное обезболивающее для безнадежных больных.

В остальных случаях для местного обезболивания стали применять синтетическое производное кокаина — новокаин, не вызывающий пристрастия. Создал его в 1904 году немецкий химик Альфред Эйнхорн, в лаборатории которого молодой Вильштеттер исследовал структуру кокаина. Поиск новых анестетиков велся в направлении веществ, имеющих сходное с кокаином строение. Новокаин оказался самым удачным:

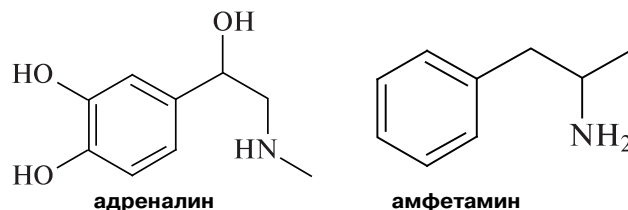


Кокаиновая наркомания тоже поубавила свои былые масштабы. Те, кто пристрастился к бодрящему порошку в прежние годы, либо, как Александр Вертинский, преодолели порок, либо разделили судьбу его сестры. А для появления новых приверженцев кокаина подходящих условий уже не было.

Тем временем на сцену выходит новый синтетический стимулятор, по действию похожий на кокаин. Точнее, целый класс стимуляторов. Они получили название «пробуждающие амины», потому что помогали преодолевать сонливость. Первый представитель этого типа аминов — амфетамин —

получил и описал в докторской диссертации «О некоторых производных фенилметакриловой кислоты и фенилизомаляной кислоты» в 1887 году румынский химик Лазэр Эделяну. По структуре амфетамин близок к адреналину, однако не содержит гидроксильных групп. Это делает его липофильным — вот почему амфетамин легко преодолевает гематоэнцефалический барьер и проникает в мозг.

Спустя тридцать лет веществу было найдено медицинское применение: под названием «бензедрин» его стали использовать для ингаляций при бронхиальной астме. Как сосудосуживающий препарат (подобно эфедрину, с которым он схож по строению) амфетамин был включен в состав капель



для носа. А еще он способен подавлять аппетит, поэтому его стали использовать для борьбы с ожирением подобно, опять же, эфедрину. Малыми дозами амфетамина до сих пор лечат гиперактивных детей.

Все, кто принимали амфетамин, отмечали прилив бодрости, повышение работоспособности и улучшение настроения. Что-то напоминает, не так ли? Действительно, нейрохимический механизм действия амфетамина схож с действием кокаина, и результат тоже. Только амфетамины гораздо дольше выводятся из организма. Период наркотического возбуждения продолжается 6—12 часов. Зато и депрессия после приема амфетаминов более резкая, глубокая и неприятная. Это заставляет принимать все новые дозы, и привыкание к амфетамину наступает гораздо быстрее, чем у кокаина. А повышение дозы стимулятора, как мы помним, приводит к шизоподобным расстройствам. Стимуляторный психоз — закономерный итог амфетаминовой наркомании. В этом состоянии наркоман становится подозрительным и агрессивным, к тому же неутомимым и нечувствительным к боли — то есть социально опасным. Во время припадка клетки мозга отмирают, и уделом наркомана становится слабоумие.

Следующий «пробуждающий амин» — метамфетамин — впервые получил Окуба Нагаёси в 1893 году из эфедрина, который сам же ранее выделил из растения эфедры. В 1919 году другой японец, Акира Огата, разработал метод получения кристаллического метамфетамина из эфедрина, хорошо знакомый современным наркоманам, самостоятельно изготавливающим «дурь». С 1938 года немецкая фармацевтическая фирма «Темплер Верке» начала выпускать метамфетамин под названием «первитин», который поступал в качестве стимулятора в танковые войска и авиацию. Нацистское руководство возлагало большие надежды на психостимуляторы, призванные сделать немецкого солдата неутомимым берсерком (ведь амфетамины повышают агрессивность)! Самому фюреру делали инъекции первитина с 1936 года. Стоит ли удивляться его психическому состоянию?

Амфетамины были включены в паек американских солдат, а японские камикадзе принимали амфетамин перед вылетом. В Красной Армии в годы войны тоже использовали амфетамин — так называемый фенамин. «Подумав, что спать мне сегодня едва ли придется, я проглотил две фенаминовые таблетки и, хотя знал, что действие их наступает не сразу, тут же почувствовал заметный прилив сил... Полтора или два километра на фенаминовой заправке я пробежал за какие-то минуты, пролетел как на крыльях, вблизи шоссе перешел на шаг и, утишив дыхание, выглянул из орешника». Это слова старшего

лейтенанта Таманцева из романа Владимира Богомолова «В августе сорок четвертого». Бойцы военной контрразведки были хорошо знакомы с этим препаратом. Однако широкого распространения в воюющей Советской армии фенамин не имел, его предлагали использовать под контролем врачей для выполнения специальных заданий. Поэтому в нашей армии в годы войны, в отличие от армии немецкой, амфетаминовой наркомании не было.

В послевоенные годы к «пробуждающим аминам» приобщилось гражданское население многих стран, в первую очередь Японии, затем Соединенных Штатов, и уже совсем не в медицинских целях. Сыграла свою роль попытка американских медиков с помощью амфетаминов лечить героиную зависимость. Новые препараты, обладая действием кокаина, были значительно дешевле. К тому же в 1963 году ООН внесла кокаин в список запрещенных веществ, а амфетамины вполне легально использовали в медицине. В 60 — 70-е годы во многих странах поднялась волна амфетаминовой наркомании, и это привело в середине 70-х годов к запрету амфетаминов.

Старый знакомый возвращается

Вот тогда-то снова возник интерес к «натуральному» кокаину в противоположность «химическим» амфетаминам. В 80 — 90-е годы XX века кокаин опять стал популярен, как и сто лет назад, в период первого кокаинового бума. Уже в 1983 году Эд Макбейн в повести «Лед» из серии «87-й полицейский участок» дает обстоятельный обзор криминальных проблем, возникающих вокруг нелегальной торговли кокаином: «На уличном жаргоне кокаин получил целый ряд названий: кока, снежок, цветочная пыльца, санный след, Корина, девица, хлопья, звездная пыль, белая леди, сахарный песок, сладкая пудра и, конечно, нюхательный порошок. В сочетании с героином он назывался «спидбол», хотя в последнее время стало модно говорить “коктейль Белуши”». (Это ироническое название смесь героина с кокаином получила потому, что в 1982 году стала причиной смерти 33-летнего актера Джона Белуши, старшего брата Джеймса Белуши.) «Кокаин был в моде. В этом состояла самая большая проблема кокаина.



КРИМИНАЛЬНАЯ ХИМИЯ

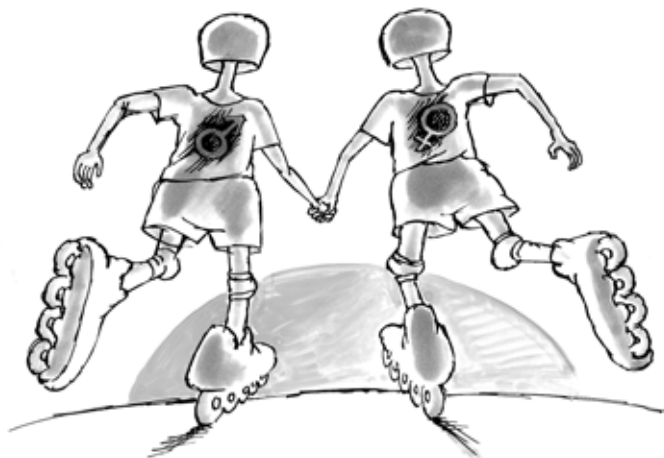
Нюхали порошок не только парнишки в лохмотьях из трущоб. Легко было представить себе режиссера огромной студии в Голливуде, утром принимающего решение о том, чтобы потратить миллионы долларов на следующий фильм, а вечером отдыхающего в кресле на берегу океана, внимающего рокоту прибоя и нюхающего порошок с золотой ложечки, которую он носит на золотой цепочке на шее под сшитой у портного шелковой рубашкой. На самом деле, если у человека появляется желание начать нюхать белый порошок, то желательнее быть одним из тех, кто зарабатывает самые большие деньги в стране».

Основной поставщик кокаина — колумбийская наркомафия, но в повести Макбейна наркоторговцем оказался врач, получивший большую партию кокаина от наркобарона в благодарность за спасенного сына: «Я заплатил пятьдесят тысяч за килограмм, даже не спросил, настоящий ли он. Роданистый кобальт. Синяя реакция. Что он тогда сказал? Чем ярче синий цвет, тем лучше девица. Называл так кокаин. Девицей. Чище не найдешь, говорил он. Теперь все твое». Здесь говорится о реакции Скотта — цветной реакции кокаинового порошка с 2%-ным раствором тиоцианата (роданида) кобальта в смеси с глицерином. Кокаин в этой смеси дает синее окрашивание.

Цитировать книги, в которых упоминается кокаин, можно долго. Почему-то к этому зелью писатели особенно неравнодушны. Чтение увлекательных детективов вас не разочарует, а наш затянувшийся рассказ о кокаине на этом можно и закончить.

О ПОДПИСКЕ

Напоминаем, что на наш журнал с любого номера можно подписаться в редакции. Стоимость подписки с доставкой по РФ — 720 рублей за полгода, при получении в редакции — 540 рублей. Об электронных платежах см. www.hij.ru.



Реквизиты:

Получатель платежа: АНО Центр «НаукаПресс»,
ИНН/КПП 7701325151/770101001
Банк: АКБ «РосЕвроБанк» (ОАО) г.Москва,
Номер счета: № 40703810801000070802,
к/с 30101810800000000777, БИК 044585777
Назначение платежа: подписка на журнал
«Химия и жизнь—XXI век»

На всякий случай пришлите копию оплаченной квитанции с указанием адреса доставки в редакцию: 105005, Москва, Лефортовский пер., д.8, АНО «НаукаПресс»; по факсу (499) 267-54-18 или электронной почтой на redaktor@hij.ru

Многогранный дофамин



Контроль движения, эмоциональный ответ, способность испытывать наслаждение и боль — во всех этих процессах на уровне мозговой деятельности участвует дофамин. Особую известность он приобрел в связи со всякого рода удовольствиями, в том числе сомнительными с точки зрения общественной морали. Он «обожает» секс и наркотики, алкоголь и никотин — его производство в мозге сразу увеличивается. Нравнодушен дофамин к наградам, осознаёт социальный статус хозяина. Неудивительно, что этот нейромедиатор — объект многочисленных исследований.

В ноябре этого года в журнале «Alcohol and Alcoholism» опубликована статья шведских ученых из Гётеборгского университета, посвященная ранней смертности среди алкоголиков. Выяснилось, что пристрастие к спиртному в сочетании со специфической разновидностью гена дофаминового рецептора D2, как правило, приводит к развитию несовместимых с жизнью негативных последствий.

По словам Клаудии Фальке, одного из авторов работы, полученные данные свидетельствуют: алкоголь-зависимые люди с этой вариацией гена умирают преждевременно в десять раз чаще, чем это происходит в среднем. Судя по всему, присутствие этой разновидности гена не дает забыть о пагубном пристрастии даже после проведения курса лечения от алкогольной зависимости.

Раннее выявление этого варианта гена, возможно, позволит оказывать более эффективную помощь его носителям, увлекающимся спиртным. Подробную информацию см. в «Oxford Journals Alcohol and Alcoholism» (September-October 2011) 46(5): 509—513 first published online May 25, 2011. Do Alcohol-dependent Individuals with DRD2 A1 Allele Have an Increased Risk of Relapse? A Pilot Study. doi: 10.1093/alcalc/agr045

Результаты исследований, ранее проведенных в Колумбийском и Йельском университетах, говорят о том, что именно дофамин — виновник более сильной тяги мужчин к алкоголю. Зависимость от спиртного развивается у представителей сильного пола в два с лишним раза чаще, чем у женщин.

Авторы провели лабораторный тест, участниками которого стали студенты. Им предлагали алкогольные и безалкогольные напитки, наблюдая за ответом мозга с помощью позитронно-эмиссионной томографии. Она позволяет измерять количество выделенного мозгом дофамина.

Выяснилось, что у мужчин его концентрация в стриатуме (полосатом теле) после даже не слишком обильных возлияний значительно выше. Эта область мозга напрямую связана с получением удовольствия, закреплением рефлексов, формированием зависимости. Усиленное производство дофамина и в итоге субъективное ощущение «жить, как говорится, хорошо» при алкогольной интоксикации у студентов было выражено гораздо ярче, чем у студентов.

При многократном употреблении спиртного выработка дофамина у мужчин снижается, что и приводит к привыканию, стремлению увеличить дозу, увлечение перерастает в привычку.

Статья была опубликована в журнале «Biological Psychiatry», Volume 68, Issue 8 (October 15, 2010).

Наркотики вызывают существенно более сильную зависимость, чем алкоголь, и развивается она зачастую гораздо быстрее. Один из самых «оперативных» в этом отношении — кокаин. Его взаимодействие с дофамином изучают сотрудники университета Линчёпинга (Швеция) и Немецкого исследовательского центра раковых заболеваний (DKFZ).

Известно, что наркотики меняют состояние вырабатывающих дофамин нервных клеток в среднем мозге. Повышенная его концентрация влияет на другие нервные клетки, что может стать причиной самого неожиданного физического или умственного ответа. Кокаин срабатывает очень быстро. Что же при этом происходит?

Ученые попытались разобраться, проведя опыты на мышах. Они заблокировали у этих клеток рецепторы к глутамату — одному из важнейших сигнальных веществ в мозге. В результате зверьки потеряли всякий интерес к наркотику.

По-видимому, в присутствии кокаина увеличивается число рецепторов к глутамату, клетки возбуждаются, усиленно производят дофамин, и возникает зависимость. «Отключение» рецепторов ее уничтожает.

Создание препарата, обладающего такой способностью, позволило бы проводить своего рода «вакцинацию» среди тех, кто хочет вылечиться от наркомании. Свои исследования авторы ведут уже не один год. Одна из первых их статей, посвященных этому вопросу, «Glutamate Receptors on Dopamine Neurons Control the Persistence of Cocaine-Seeking» (David Engblom et al.), была опубликована в журнале «Neuron» еще в 2008 году (номер от 14 августа).



ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОИСК

Ученым давно известно о существовании связи между дофамином и социальным статусом человека. Плотность дофаминовых рецепторов D2/D3 в уже упомянутом стриатуме существенно выше у тех, чей социальный статус высок и кто уверен, что тылы у него обеспечены. А потому и жизнь такие люди воспринимают как праздник, они открыты ей — в их мозге столько «рук» протянуты навстречу дофамину. Это постоянно подталкивает их к новым свершениям, что, в свою очередь, положительно сказывается на социальном статусе.

Сотрудники Колумбийского университета, их коллеги из Нью-Йорка и Питтсбурга провели исследование, в котором приняли участие здоровые добровольцы. Их мозг сканировали при помощи позитронно-эмиссионной томографии, которая позволяет «рассмотреть» дофаминовые рецепторы второго типа. Помимо социального статуса их плотность продемонстрировала, насколько мощной поддержкой со стороны семьи, друзей, коллег обладают испытуемые.

Считается, что низкая концентрация рецепторов D2/D3 играет не последнюю роль в развитии алкоголизма у людей, в чьих семьях есть страдающие этим недугом. Однако возможно, что пониженная плотность этих рецепторов коррелирует с неспособностью изменить к лучшему социальный статус («все равно ничего хорошего не будет»), с отсутствием надежной опоры. Такое отношение к себе и к жизни в конце концов зачастую и приводит к увлечению алкоголем и наркотиками.

Люди — существа по природе своей социальные, и не случайно авторы этой работы попытались поместить нейробиологию человека в социальный контекст. Прочитать о ней можно в журнале «Biological Psychiatry», Volume 67, Issue 3 (February 1, 2010).

Наблюдая за теми же рецепторами D2, ученые из Каролинского института в Швеции обнаружили, что дофаминовая система здоровых людей, имеющих творческие наклонности, весьма схожа с дофаминовой системой шизофреников. Какие именно механизмы в мозге стоят за этим — пока неизвестно. Хотя некоторые предположения высказать можно.

Результаты ранее проведенных изысканий говорят о том, например, что гены этого рецептора связаны со способностью к дивергентному мышлению, позволяющему находить разные решения проблемы.

Оказалось, что у творческих натур, прекрасно справляющихся с тестами на дивергентность, плотность рецепторов D2 в таламусе ниже, чем у субъектов не столь креативных. То же зафиксировано у шизофреников.

Таламус — своего рода релейная станция, где фильтруется информация, прежде чем попасть в кору головного мозга, в которой происходит ее обработка, осмысление. Вероятно, при невысокой концентрации рецепторов отсеивается меньшее количество информации, что, в свою очередь, позволяет «нащупать» больше путей решения задачи. Творческим людям как раз свойственно видеть связи между явлениями, незаметные глазу простых смертных. У психически же больных людей возникают странные ассоциации, которые у здоровых людей появиться не могут.

Пройдя по ссылке <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0010670>, можно подробнее узнать об этой работе.

Биохимия мозга сказывается на нашей умственной деятельности, но и обратное утверждение справедливо. Шведские ученые продемонстрировали, что активная тренировка рабочей памяти приводит к видимым изменениям количества дофаминовых рецепторов в мозге. Они проводили исследование, также используя позитронно-эмиссионную томографию.

Известно, что неполадки в дофаминовой системе сказываются на деятельности рабочей памяти, где хранится информация, необходимая непосредственно при решении текущей задачи. Это оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) нашего мозга. В свою очередь, сбои в этом ОЗУ вносят лепту в развитие, в частности, таких недугов, как шизофрения и синдром дефицита внимания и гиперактивности (ADHD).

Ранее профессор Торкель Клингберг и его коллеги показали, что несколько недель интенсивных занятий значительно улучшают рабочую память. Сканирование позволило увидеть, что одновременно увеличилось число дофаминовых рецепторов D1 в коре головного мозга. Это открывает новые возможности для тех, кто занят поиском методов лечения нарушений мыслительных функций, возникающих при ADHD, инсульте, синдроме хронической усталости, да и просто с возрастом.

Впрочем, авторы предостерегают от поспешных выводов. Вряд ли дело исключительно в изменении концентрации дофаминовых рецепторов. Однако несомненно, что внешние факторы, и прежде всего регулярные тренировки, способствуют улучшению работы мозга.

Статья опубликована в журнале «Science» 6 февраля 2009 года.

Подготовила
Е. Сутоцкая



Пингвины планируют погружение

Пингвины — бесприоритетный объект исследования: любой аспект их жизни необычен и интересен, и сколько бы его ни изучали, почти наверняка можно обнаружить что-то новое. Например, подводное плавание пингвинов физиологи исследуют полвека, не меньше, но только сейчас выяснили, что императорские пингвины *Aptenodytes forsteri*, оказывается, планируют глубину погружения еще до того, как нырнут («The Journal of Experimental Biology», 2011, 214, 2854 —2863).

Стратегические способности императорских пингвинов никто изучать не собирался. Морского биолога из Института океанографии Скриппса (Калифорнийский университет, США) Пола Понгениса и его коллег интересовал метаболизм пингвинов во время погружения. Эти птицы ныряют часто, подолгу и довольно глубоко, и ученые хотели выяснить, на сколько им хватает запасов кислорода. А императорских пингвинов выбрали потому, что они крупные и им на спину можно прикрепить датчики, которые регистрируют глубину погружения, время, температуру, скорость и другие параметры. На суше оборудование весит от 70 до 120 г, но при массе тела 22—30 кг пингвины не испытывают видимых неудобств от этой «нашлепки».

За птицами наблюдали на «Пингвиньем ранчо» — огороженной проруби в проливе Мак-Мёрдо (Антарктида). Вольтер располагался далеко от лунок, которыми пользовались другие пингвины, поэтому обитатели ранчо, ныряя под лед, всегда возвращались в родную прорубь. А там их уже ждали наблюдатели, которые помимо других показателей определяли уровень молочной кислоты в крови птиц. Этот анализ потребовал некоторой подготовки. Сначала птицам под наркозом вставляли катетер в вену на лапе или на крыле и отводили от него тоненькую трубку с краном куда-нибудь на заднюю часть тела, куда пингвин не достанет клювом. Конструкцию надежно закрепляли, чтобы она не мешала птице активно двигаться и сама при этом не выскочила, и через нее отбирали кровь из вены. Когда у ныряльщиков истощается запас O_2 , мышцы переходят на бескислородный тип энергообеспечения — анаэробный гликолиз, то есть ферментативное расщепление глюкозы, при котором образуются молекулы АТФ и молочной кислоты. Возрастание уровня молочной кислоты в крови свидетельствует о том, что запасы кислорода при погружении были исчерпаны. Проведя необходимые измерения, исследователи рассчитали, что императорским пингвинам хватает воздуха на 5,6 минут подводного плавания. Обычно этого времени пингвинам вполне достаточно, их охотничьи заплывы длятся две-три минуты, но иногда птицы пропадают на глубине гораздо дольше. За счет чего, интересно? Чтобы ответить на этот вопрос, Пол Понгенис привлек к исследованиям специалистов из Токийского университета и отдела дистанционной съемки Национального географического общества (США). Помимо трех птиц на «Ранчо» они наблюдали за четырнадцатью императорскими пингвинами из колонии на мысе Вашингтона. Эти птицы плавали уже не в проруби на мелководье, а в открытом море, где гораздо глубже. В загоне за птицами наблюдали 38—60 часов, на по-



ДНЕВНИК НАБЛЮДЕНИЙ

бережье — 96 часов. Исследователи регистрировали только «охотничьи» погружения на определенную глубину, где водится рыба и криль.

подавляющее большинство погружений были короткими. В среднем императорские пингвины проводят под водой 2—3 минуты, ныряя на глубину от 28,3 до 71,9 м в море и на 13—18 м подо льдом. При этом птицы мало отдыхают: вынырнули, вдохнули и назад. Перерывы между ныряками в проруби длятся меньше минуты, в открытом море — менее двух минут. Однако время от времени пингвины ныряют гораздо глубже: на 350—500 м в море, до 100 м на шельфе. Естественно, такие подводные экспедиции требуют больше времени, в море, например, 7—8% погружений длились более 10 минут. Исследователи ожидали, что после продолжительных нырков птицам потребуется дополнительное время, чтобы отдышаться, — но нет, они продолжали нырять как ни в чем не бывало после обычной короткой паузы. Наблюдали только один случай, когда длительность погружения сказалась на поведении птицы, правда случай исключительный. Пингвин пробыл под водой более 27 минут. Он нырнул на 110 м и затем плавал на глубинах 30—60 м. Его средняя скорость во время спуска составляла 2,1 м/с, на стадии подъема — 1,7 м/с. После этого подвига он неподвижно лежал на пузе почти шесть минут, а затем около 20 минут неподвижно стоял, причем не вполне вертикально — под углом 70—80 градусов. Следующий нырок этот рекордсмен совершил спустя 8,4 часа. Впрочем, отдышался он довольно быстро: в первую минуту пингвин сделал 22 вдоха, но за 2,5 минуты частота дыхания снизилась до 15 вдохов в минуту. Ученые полагают, что столь длительное плавание было вынужденным: пингвин просто не мог выбрать раньше, так как над его головой смыкались льды.

Но обычно, повторимся, пингвинам после длительных погружений не нужно дополнительного времени для отдыха. Может быть, во время глубоких нырков они экономят кислород, сокращая работу мышц? Тоже нет. Пингвин «летает» в воде — машет крыльями. Датчик, прицепленный птице на спину, регистрирует ускорение и позволяет определять частоту взмахов, потому что каждый взмах немного ускоряет движение. Оказалось, что при длительных глубоких погружениях птицы работают крыльями даже энергичнее, чем в мелких водах шельфа. Исследователей это очень удивило, однако гипотезу об экономии мышечных усилий им пришлось оставить. И тогда они попытались выяснить, сколько воздуха вдыхает пингвин перед погружением.

Пока эту величину можно определить только косвенно. Когда пингвин всплывает, он не машет крыльями, а пассивно скользит к поверхности. Эта стадия составляет всего 9% времени погружения. Один из исследователей, японец Кацуфуми Сато, создал программу, которая позволяет, зная скорость всплытия, глубину и угол наклона тела при пассивном скольжении вверх, рассчитать объем воздуха в легких и воздушных мешках пингвина. (Воздушные мешки — это воздухоносные полости, соединенные с дыхательными путями. Газообмен в них не происходит, у пингвинов они служат для

аэрации легких и изменения плотности тела при плавании и нырянии.) Если во время погружения пингвин не выдыхал, значит, он и нырнул с таким же запасом. Второй способ позволяет приблизительно оценить запас воздуха по частоте взмахов крыльями во время плавания: чем меньше воздуха набрал пингвин, тем она ниже. Анализируя эти данные и сопоставляя их с известной глубиной погружения, исследователи пришли к выводу, что в некоторых случаях пингвины под водой все-таки выдыхают.

Пол Понгенис с коллегами полагают, что объем воздуха, вдыхаемого пингином перед погружением, возрастает по мере увеличения глубины ныряния. Если он ныряет метров на 50, запасы кислорода составляют около 64 мл/кг, а при нырке на 100—400 м — уже 117 мл/кг, что близко к физиологическому пределу возможностей императорских пингвинов. Следовательно, эти птицы еще на поверхности решают, на какую глубину собираются нырять.

Мы упоминали о выдохе. По мнению исследователей, пингвины выдыхают под водой, если ныряют глубже 400 м. Ученые признают, что их методы оценки запаса воздуха до начала погружения по его количеству на выходе не вполне точны, и собираются использовать специальное оборудование, которое позволит фиксировать пингвине дыхание в море. Причины выдоха исследователи не обсуждают, ограничившись общей фразой о маневренности, плавучести и охотничьей стратегии. А мы вспомним замечательный старый учебник по физиологии животных, написанный в конце 1970-х годов американским профессором Кнудом Шмидтом-Ниельсеном. В этом учебнике есть глава, посвященная проблеме ныряющих млекопитающих и птиц. Они дышат воздухом, поэтому при погружении подвержены кессонной болезни. Основной газовой компонент атмосферного воздуха — азот, который хорошо растворяется в крови. Чем глубже погружение, тем выше давление и тем больше растворимость азота. Если глубина погружения превышает 20 м, то при быстром всплытии в крови образуются пузырьки газа, точно так же, как в бутылке газировки, когда ее открывают. Чем больше глубина или время погружения, тем сильнее проявляется болезнь. Чтобы предотвратить ее, всплывать нужно медленно, но пингвины делают это быстро.

Для полного насыщения организма азотом на глубине требуется довольно много времени, поэтому кратковременный спуск сравнительно неопасен. А если к тому же вовремя выдохнуть, то в легких не будет воздуха и азот не сможет переходить в кровь. Очевидно, выдох при глубоководных погружениях предохраняет пингвинов от кессонной болезни. Азот не попадает в кровь еще и потому, что кровоток в легких на глубине падает до минимума. По данным Понгениса, частота сердечных сокращений у пингвина после трех минут погружения падает до десяти ударов в минуту, но при всплытии восстанавливается до нормальных 110 ударов всего за три секунды.

У пингвинов есть и другие приспособления для долгого и глубокого ныряния. Согласно более ранним наблюдениям группы Понгениса, пингвины способны перераспределять кровоток, благодаря чему некоторым жизненно важным органам достается гораздо больше кислорода и они не страдают от избытка молочной кислоты. И конечно, эти птицы обладают феноменальной устойчивостью к ишемии. Тот пингвин, который провел под водой более 27 минут, хоть и долго приходил в себя, но потом нырял как ни в чем не бывало.

Так что природа наградила императорских пингвинов многими приспособлениями для долгого и успешного подводного плавания, в том числе даром заранее планировать погружение.

Н. Анина

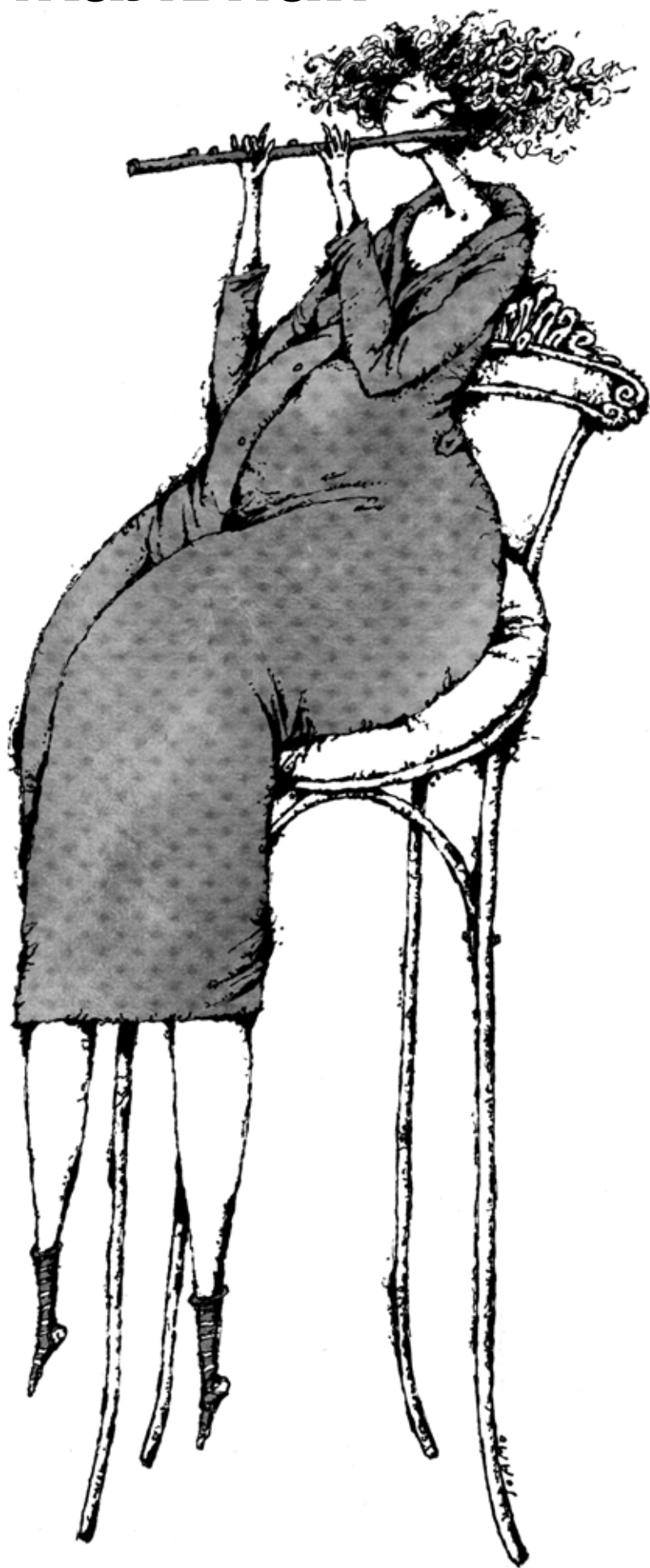
Околомузыкальная история

Доктор биологических наук
В.А.Чистяков

Начало XX века: лечение органной музыкой?

Санкт-Петербург — самый европейский город нашей страны, а орган — пожалуй, самый европейский музыкальный инструмент. По числу органов на душу населения, как и по другим признакам «европейства», Питер далеко впереди столицы. Самый большой из органов, построенный фирмой «Walcker» в 1903 году, установлен в Санкт-Петербургской академической филармонии. Но в филармонии этот замечательный инструмент находится только с 1931 года, а изначально его установили в актовом зале Повивально-гинекологического института. Эта идея принадлежала руководителю института, выдающемуся отечественному врачу и ученому Дмитрию Оскаровичу Отту. Повивально-гинекологический институт был первым в мире учреждением, где одновременно лечили людей, проводили научные исследования и готовили специалистов. Тогдашние российские власти осознавали важность медицины, медицинской науки и образования. Проект института создал выдающийся российский архитектор Леонтий Николаевич Бенуа, а воздвигли его на стрелке Васильевского острова всего за шесть лет! Вдобавок он был оборудован по последнему слову науки и техники того времени, например в нем работала централизованная система кондиционирования воздуха.

Относительно органа Д.О.Отт писал, что инструмент предназначен «для изучения влияния различных сочетаний звуковых волн на отправления человеческого организма, являясь в этом отношении наиболее совершенным физическим аппаратом. Орган — наиболее совершенный музыкальный инструмент, и его использование станет не развлечением для больных, иногда подолгу вынужденных находиться в постели, а средством лечения и исцеления». Помимо органа существовала специальная сеть для передачи музыки по проводам в палаты, где ее могли слушать лежащие больные. Таким образом, в начале прошлого века России принадлежал приоритет в развитии «музыкально-медицинского» направления.



Конец XX века: эффект Моцарта

Использование музыки для повышения того, что не совсем научно называется «жизненными силами» человека, началось задолго до времени появления медицины и биологии. В Ветхом Завете юный Давид снимал приступы болезни, мучавшей царя Саула, игрой на арфе (в некоторых переводах этот инструмент назван «гусями»). Греческий бог Аполлон был покровителем и музыки, и медицины. Игра на флейте и кифаре была обязательным аккомпанементом Олимпийских игр древней Греции. (По современным данным, музыкальное сопровождение может улучшить спортивные результаты на 10—15%.) Музыкальная терапия, по-видимому, существовала в той или иной форме с древних времен до наших дней, но оставалась в пограничном положении между традиционной и нетрадиционной медициной.

Переломный момент, обозначивший проникновение музыкальной проблематики в главное течение современной биомедицины, наступил в октябре 1993 года. Самый авторитетный научный журнал «Nature» опубликовал сообщение трех ученых из университета Калифорнии: нейробиологов Френсис Роше и Кэтрин Ки и физика Гордона Шоу. В сообщении было написано, что однократное прослушивание одной из фортепианных пьес Моцарта, а именно сонаты для двух фортепиано до-мажор (K 448), повышает результаты теста IQ на 8—9 пунктов шкалы, а это довольно заметное различие. Важен был не только сам факт публикации такого материала в «Nature», но и то, что сообщение давало образец приложения к музыкально-медицинской проблематике аппарата современной психологии. Наблюдения Роше и ее соавторов пытались повторить в других лабораториях. Воспроизвести эффект оказалось непросто, некоторые исследователи получали отрицательные результаты. В 1999 году в «Nature» даже были опубликованы письма, авторы которых задавались вопросом: не пора ли исполнить реквием по «эффекту Моцарта»? Сами авторы исследования не раз отмечали, что СМИ чересчур вольно трактуют их результаты и создают шумиху, не имеющую ничего общего с наукой. «Это очень смело — воображать, что если музыка оказала кратковременное воздействие на студентов, значит, она будет делать детей умнее», — говорит Френсис Роше. (Мы доверяем «Nature», но проигрывание Моцарта кактусам и нерожденным младенцам — это уже без нас. — Примеч. ред.) В любом случае, поставить вопрос в такой сложной науке, как нейробиология, не менее важно, чем получить ответ.

Многочисленные исследования, проведенные после 1993 года, объективно зарегистрировали множество положительных эффектов музыки. Прослуши-

вание некоторых мелодий стимулирует то, что называется пластичностью мозга, восстановление старых и формирование новых связей между нейронами, — например, ускоряется восстановление после инсульта, смягчается протекание нейродегенеративных заболеваний. Подтверждена способность музыки настраивать сердечный ритм и прочие параметры работы сердечно-сосудистой системы. Немецкий кардиолог Ганс Иоахим Траппе рекомендует для поддержки работы сердца произведения Альбини, Баха, Корелли, Генделя, Тартини и, конечно, Моцарта. Как и во времена Ветхого Завета, звуки музыки помогают снять беспокойство и стресс, в том числе и после операций на сердце.

В XXI веке реальность наблюдаемых явлений была подтверждена данными по снижению уровня гормона кортизола — маркера стресса для человека. Позитивные физиологические эффекты музыки регистрируются не только у людей, но и у животных. Японские исследователи Кайо Акияма и Дэнъецу Суто в 2004 и 2011 годах показали, что прослушивание музыки Моцарта снижает кровяное давление у крыс с наследственной склонностью к гипертензии. Адаптогенные эффекты сильнее всего выражены при прослушивании классической музыки, джаз и народная музыка действуют слабее. Тяжелый металл и техно, по мнению профессора Траппе, могут и вредить. Экспериментальных результатов накоплено много, и хотелось бы понять: как это все работает?

Начало XXI века: гипотеза Фукуи — Тойосимы

Действие музыки на людей и животных объясняют по-разному. Нейрофизиологи обратили внимание на соответствие определенных музыкальных ритмов и ритмов работы мозга. Но может ли это хотя бы гипотетически объяснить, например, стимуляцию интеллекта? Решение задач из тестов IQ явно не сводится к колебательным процессам. Однако ключ к этому удивительному феномену, похоже, удалось найти. Дело в том, что тысячи лет развития цивилизации не сильно изменили биологию человека. На любые вызовы, в том числе интеллектуальные, наш обмен веществ реагирует одинаково. Понятно, что разгадке головоломок и составлению мозаик учащение сердцебиения и другие реакции, полезные в драке, только вредят. Японские ученые из университета Осака (Мийуки Суда и другие) в 2008 году показали, что разгадывание головоломок увеличивало выработку кортизола у добровольцев почти в три раза. Прослушивание мажорных (но не минорных) музыкальных произведений во время выполнения задач насообразительность снижало этот показатель до нормального



ГИПОТЕЗЫ

уровня. По-видимому, музыка улучшает результаты тестов на память и сообразительность именно за счет снятия лишнего нервного напряжения.

Уровень кортизола, как уже говорилось, коррелирует с развитием стресса. Японские ученые Хадзиме Фукуи и Кумико Тойосима считают гормональные эффекты главным ключом к пониманию механизма действия музыки на человека. Их гипотеза, опубликованная в 2008 году, привлекательна своим эволюционным подходом. Ведь авторы биологических гипотез, отвечая на вопрос «как это работает?», должны быть готовы ответить и на другой: «как это могло появиться?». Анализируя данные по усилению нейрогенеза, регенерации и репарации нейронов, Фукуи и Тойосима заключили, что в основе всех этих положительных эффектов лежит, как правило, изменение уровня стероидных гормонов тестостерона и эстрадиола. Первый из них считается мужским половым гормоном, второй — женским, однако это не совсем так. Оба гормона встречаются у обоих полов, и функции их не исчерпываются контролем формирования половых признаков. Особенно интересен в качестве регулятора адаптационных возможностей организма эстрадиол. Он контролирует активность двух важнейших систем: естественной антиоксидантной системы организма, которая защищает биомолекулы от разрушительных последствий свободно-радикального окисления, и системы генерации оксида азота, регулирующего просвет сосудов. Высокий уровень эстрадиола — одна из причин того, что женщины живут дольше мужчин. Оптимальное соотношение тестостерона и эстрадиола важно для регенерации поврежденных тканей и клеток, в том числе и нервных.

Эти факты легли в основу гипотезы Фукуи — Тойосимы. Если сформулировать ее простым языком, получается примерно следующее. Генерация упорядоченных звуков самыми разными животными — от насекомых и амфибий до птиц и приматов — ассоциирована с процессом размножения. Этими звуками особи стимулируют противоположный пол к сложным биохимическим перестройкам, в основе которых лежит изменение уровня половых гормонов. Музыка — это высшее проявление звуковой упорядоченности.

Организм человека, его подсознание воспринимают музыку как сигнал об участии в размножении. А размножение — самый ответственный этап в жизни живого существа. Поэтому в ответ на музыкальный сигнал гормональная система настраивает организм на оптимальную, наиболее эффективную работу. Идея о связи музыки и размножения достаточно гипотетична, но она объясняет в какой-то мере, почему первым российским энтузиастом музыкальной терапии стал акушер-гинеколог.

Если говорить серьезно, то экспериментальная проверка гипотезы Фукуи — Тойосимы очень важна. Многие проблемы пожилого возраста связаны с дефицитом гормонов. Дефицит эстрадиола ведет, в частности, к развитию остеопороза, неврологических, онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний. Компенсировать его гормональными препаратами достаточно рискованно, поскольку гормоны вырабатываются железами в очень небольших количествах, их синтез приурочен к определенному времени суток. Малейшая передозировка гормональных препаратов чревата развитием опухолей. Именно поэтому заместительную гормональную терапию стараются применять только в самом крайнем случае. Если бы удалось корректировать гормональный статус при помощи музыки, активируя естественные механизмы выработки гормонов, это открыло бы массу новых возможностей.

Что еще читать по теме статьи

Rauscher, F.H., Shaw, G.L., & Ky, K.N. Music and spatial task performance. *Nature*, 1993, т. 365, с. 611.

Trappe H-J. The effects of music on the cardiovascular system and cardiovascular health. *Heart*, 2010, т. 96, № 23, с. 1868.

Akiyama K., Sutoo D. Effect of different frequencies of music on blood pressure regulation in spontaneously hypertensive rats. *Neurosci Letters*, 2011, т. 487, № 1, с. 58.

Suda M, Morimoto K, Obata A, Koizumi H, Maki A. Emotional responses to music: towards scientific perspectives on music therapy. *Neuroreport*, 2008, т. 19, № 1, с. 75.

Fukui H, Toyoshima K. Music facilitate the neurogenesis, regeneration and repair of neurons. *Medical Hypotheses*, 2008, т. 71, № 5, с. 765.

В статье использованы материалы сайта: <http://www.philharmonia.spb.ru/rus/organ.php>

Автор благодарит за помощь в подготовке статьи профессора Александра Варгановича Арутюняна, заведующего лабораторией биохимии НИИ акушерства и гинекологии им. Д.О.Отта (Санкт-Петербург).

Научное сравнение Моцарта и Сальери

— Вы в этом совершенно уверены, Дориан?

— Совершенно уверен.

— Ну, тогда это иллюзия. То, что считают абсолютно несомненным, всегда неправда. В этом обреченность веры и урок романтики. Как вы мрачны! Не будьте столь серьезны. Что нам за дело до суеверий нашего века? <...> Сыграйте мне что-нибудь. Сыграйте мне ноктюрн, Дориан...

Оскар Уайльд. Портрет Дориана Грея.

«Химия и жизнь» не раз писала о Сальери — и о том, что он не совершал убийства, и о его профессиональных качествах (см. 2001, № 7—8). Но многие по-прежнему верят, что Моцарт был гением, а Сальери завистливой посредственностью и что их музыку нельзя и сравнивать. Чтобы узнать, не иллюзия ли это, я написал тест «Моцарт или Сальери?» (http://reverent.org/ru/mozart_or_salieri.html). Участникам эксперимента было предложено прослушать десять одноминутных отрывков из произведений этих композиторов и определить авторство каждого. Хотя я включил в тест самую известную музыку Моцарта, им пришлось туго. «Я поклонник Моцарта и все равно набрал 60%», — написал один из участников. А средний результат одиннадцати тысяч человек (см. рис.) — 61% правильных ответов, что лишь немного лучше случайного гадания.

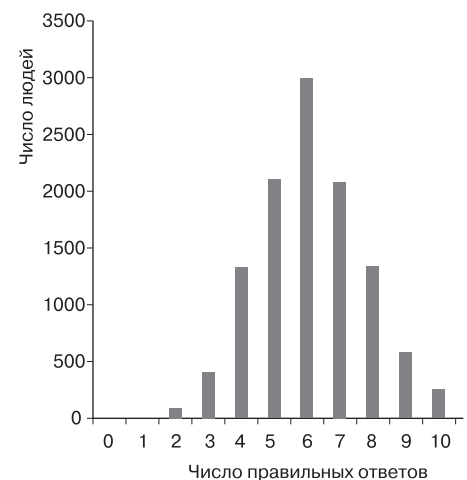
Наши участники провалили тест. Но может быть, они недалекие люди? Попытаемся это выяснить, отобрав по интернет-адресам посетителей из элитных мест. Для анализа я выбрал Лигу плюща (восемь старых и престижных университетов США) и Оксфорд с Кембриджем. Средний результат срока избранных — 62,5% правильных ответов. Это чуть выше результата толпы, но статистически значимого отличия нет, поскольку разница меньше ошибки измерения.

Хотя результаты теста и невысоки, они все же лучше случайного гадания, которое дало бы половину правильных ответов. Значит ли это, что есть ощутимая разница в качестве музыки Моцарта и Сальери? Необязательно. Из откликов видно, что многие просто узнали композиции Моцарта: «Я получил 100%! Я этого не ожидал. Думаю, что получил этот результат лишь потому, что узнал все произведения Моцарта». Некоторые музыканты даже знают

каждую ноту, написанную Моцартом для их инструмента: «А когда в одной арии я услышал кларнет, то понял, что это Сальери, потому, что знаю каждую ноту, написанную Моцартом для кларнета, и эта не была одна из них».

Хотя результаты теста и завышены в пользу Моцарта, я попробую с их помощью измерить разницу в качестве музыки. Таблица показывает для каждого отрывка долю приписавших его Моцарту. Самый высококотирующийся отрывок приписали Моцарту 81% людей, а самый низкокотирующийся — только 31%. Что это говорит о разнице в качестве?

В середине XX века Арпад Эло («The rating of chessplayers, past and present», Arco publishing, New York, 1978) разработал систему ранжирования шахматистов, которая стала общепринятой. Рейтинг Эло вычисляют по истории игры шахматистов, и с его помощью можно сравнить их силы. Шахматист, превосходящий соперника на 200 пунктов Эло, в среднем наберет 0,77 очков за одну игру. Когда разница в рейтинге составляет 400 или 600 пунктов, средний результат соответственно



Распределение результатов 11 207 участников эксперимента. Среднее число правильных ответов 6,10 из 10, или 61,0%



РАССЛЕДОВАНИЕ

Произведение	Композитор	Частота принятия за музыку Моцарта
Концерт для фортепиано с оркестром № 9 Es-dur (1777) Allegro	Моцарт	81,2%
Милосердие Тита (1791) Parto, parto	Моцарт	68,9%
Свадьба Фигаро (1786) Non so pi	Моцарт	66,0%
Дон Жуан (1787) Vedrai, carino	Моцарт	62,3%
Концерт для фортепиано с оркестром C-dur (1773) Larghetto	Сальери	58,1%
Концерт для фортепиано с оркестром № 18 B-dur (1784) Allegro vivace	Моцарт	55,3%
Концерт для фортепиано с оркестром B-dur (1773) Allegro moderato	Сальери	51,6%
Пальмира, царица персидская (1795) Voi lusingateinvano	Сальери	42,4%
Цифра (1789) Alfin son sola ... Sola e mesta	Сальери	40,5%
Похищенная бадья (1772) Son qual lacera tartana	Сальери	30,8%

равен 0,93 или 0,98 очков. Эло разделил шахматистов на девять категорий, от претендентов на звание чемпиона мира до новичков, с разницей между соседними категориями в 200 пунктов.

Цель шахматиста — выиграть игру. Цель музыканта — выиграть внимание слушателя. В тесте пять произведений Моцарта соревнуются с пятью произведениями Сальери. Давайте возьмем одного прошедшего тест человека, один опус Моцарта и один опус Сальери. Так как «Моцарт» — синоним слова «гений», а «Сальери» означает «посредственность», можно предположить, что люди понравившуюся музыку приписывают Моцарту. Тогда Моцарт победил, если его опус получил оценку «Моцарт», а опус Сальери получил оценку «Сальери». Если Моцарта оценили как «Сальери», а Сальери как «Моцарта», то Моцарт проиграл. Если и Моцарту и Сальери дали оценку «Моцарт», то это ничья. Если они оба получили оценку «Сальери» — это тоже ничья. Мы продолжим рассматривать одного прошедшего тест человека, но теперь рассмотрим всю музыку. Моцарт победил MC раз, где M — число его произведений, правильно определенных данным человеком, а C — число правильно определенных произведений Сальери. Число ничьих равно $M(5-C)+(5-M)C$. Как в шахматах, победа стоит одно очко, а ничья — пол-очка. Моцарт набрал $MC + \frac{1}{2}(M(5-C)+(5-M)C) = \frac{5}{2}(M+C)$ очков. Эти очки — результат попарных игр каждого опуса Моцарта с каждым опусом Сальери. Поскольку в тесте пять опусов Моцарта и пять опусов Сальери, то из них можно составить 25 пар. Получается, что Моцарт набрал упомянутые очки в 25 «играх». Значит, за одну игру против Сальери он набирает в среднем $\frac{1}{10}(M+C)$ очков. А это не что иное, как процент правильных ответов. Остается усреднить это по всем участникам эксперимента и получить знакомый средний резуль-

тат теста: в одном поединке с Сальери Моцарт набирает в среднем 0,61 очков. Согласно таблице в главе 2.11 книги Эло, это соответствует разнице рейтингов в 80 пунктов. Выходит, что Моцарт и Сальери находятся в одной категории игроков.

Для сравнения рассмотрим состоявшийся в 1972 году матч между Фишером и Спасским, у которых была разница в рейтинге 110 пунктов. Фишер набрал 12,5 очков в 20 играх, то есть в среднем получил 0,625 очков за игру. Разница между Моцартом и Сальери меньше, чем между Фишером и Спасским. Если рассмотреть усеченный тест, в который войдут только самый высококотирующийся опус Моцарта и самый низкокотирующийся опус Сальери, то и здесь (см. таблицу) мы получим средний результат 0,752. Это соответствует разнице в 193 пункта Эло. Даже и так Моцарт и Сальери попадают в одну категорию игроков.

Несколько лет назад я провел подобный эксперимент с современным искусством (см. «Химию и жизнь», 2007, № 4). Результаты похожи: бессмертные шедевры почти неотличимы от моих каракулей. Средний результат — 66% правильных ответов. Это ставит меня на 117 пунктов Эло ниже гроссмейстеров абстракционизма: чуть большая разница, чем между Фишером и Спасским.

Вывод, что разница между Моцартом и Сальери не так велика, может кого-то шокировать. Но результаты теста — не единственное доказательство. Стендаль в своей автобиографии написал: «Признаюсь, что нахожу безупречно прекрасными песни лишь двух авторов: Чимарозы и Моцарта, и мне легче умереть, чем сказать, кого из них я предпочитаю», то есть поставил в один ряд с Моцартом композитора, которого почти никто не знает. Однако при жизни Чимароза был популярнее Моцарта. Музыковед Джон Платов («Mozart and His Rivals: Opera in Vienna», Current Musicology, 1993, т. 51, с.

105) ранжировал композиторов по полному числу исполнений их опер в Вене за период, когда там жил Моцарт. Первое место занял Паизиелло (251 исполнение), второе — Сальери (167). Моцарт (63) оказался на седьмом месте, а Чимароза (127) — на четвертом. Подобную картину мы видим и сравнивая отдельные оперы. Самая популярная опера Моцарта «Свадьба Фигаро» выдержала 38 представлений, а опера Сальери «Аксур, царь Ормуза» — 51.

Помимо соревнования между Моцартом и Сальери в моем тесте было и соревнование в реальной жизни. Например, и Марио Корти в книге «Сальери и Моцарт», изданной в Санкт-Петербурге в 2005 году, пишет, что в 1786 году в императорском дворце исполнили две оперы: «Сначала музыка, потом слова» Сальери и «Директор театра» Моцарта. Иосиф II заказал их к визиту высоких гостей. Опера Сальери прошла с большим успехом, а опера Моцарта провалилась. Поединок с Муцио Клементи, случившийся в 1781 году, закончился не так плохо: вничью. Музыканты соревновались в игре на фортепиано. Клементи исполнил свою сонату Си-бемоль мажор (опус 24, № 2). Через десять лет Моцарт использовал мотив из этой сонаты в увертюре к «Волшебной флейте». Это не единственный случай, когда Моцарт заимствовал у других композиторов. Ария Керубино «Voi che sapete» из «Свадьбы Фигаро» основана на арии графа Альмавивы «Saper bramate» из оперы Паизиелло «Севильский цирюльник». Это, однако, не плагиат, а ироничный намек на знаменитую тогда оперу. Более важное обстоятельство подчеркнул Джон Платов: «Сегодня оперы соперников Моцарта почти не исполняют. Если бы их исполняли, то было бы ясно, что многое из того, что мы считаем «моцартовским», есть просто общий оперный стиль того времени».

Когда тестируемые слышат музыку Сальери, у них открываются уши. «Я думаю, что Сальери недооценен», — написал один из них. «Я обязательно куплю диск Сальери», — написал другой. Сдается, что представление о Моцарте, затмевавшем своих современников-композиторов, принадлежит к числу «суеверий нашего века».

М. В. Симкин,
Калифорнийский университет
(Лос-Анджелес)

О пене напитков

«**Н**аклоните бутылку, когда станете ее открывать, — тогда поверхность газообмена станет больше и шампанское не выплеснется пеной»; «вы неправильно наливаете шампанское, надо бокал наклонять под углом сорок пять градусов, тогда не будет много пузырьков»; «ну кто же подает шампанское теплым» — подобные реплики часто можно услышать за новогодним столом. Оказывается, за этими рекомендациями стоит высокая наука о фазовых превращениях, называемая еще физической химией, причем приложениями этой науки к пенным напиткам занимается не один ученый. Например, год назад (мы специально берегли этот материал до декабрьского номера) в «Journal of Agricultural and Food Chemistry» (2010, т. 58, № 15, с. 8768, doi: 10.1021/jf101239w.) известный специалист по физической химии шампанского, автор книги «Откупорено: наука шампанского» Жерар Лиге-Белер со своими коллегами из Реймского университета рассказал, как газ выходит из шампанского.

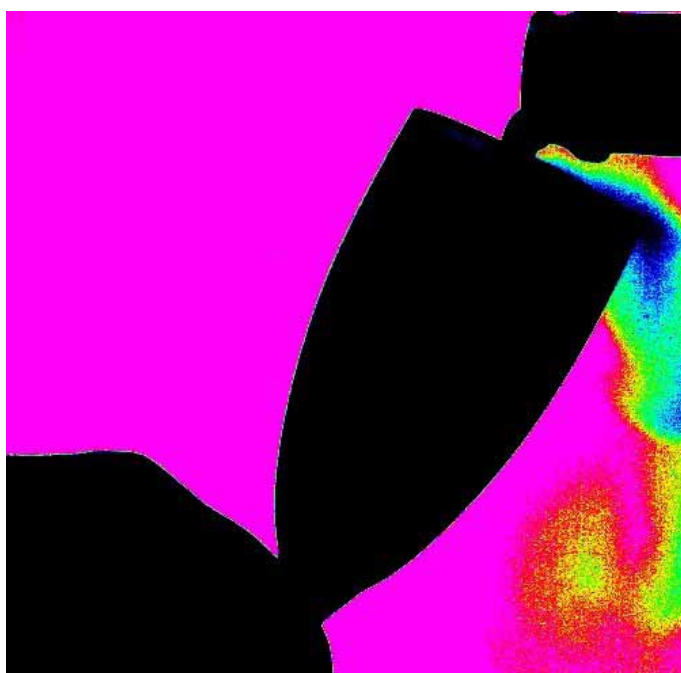
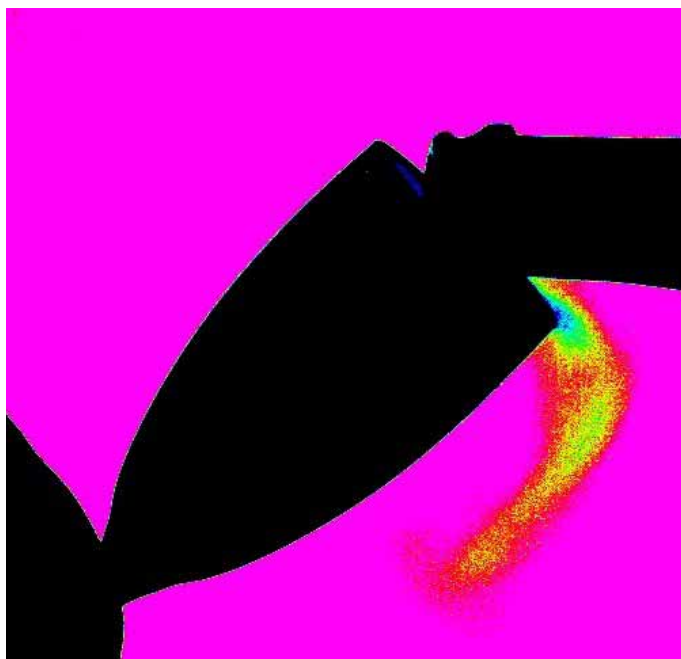
Для своей работы они взяли обычное шампанское урожая 2008 года. Для начала были измерены температурные зависимости в интервале 5—15°C таких параметров, как плотность, поверхностное натяжение и вязкость. Первые два от температуры зависели слабо, что, впрочем, и было известно из предыдущих работ, а вот вязкость менялась сильно, по экспоненте. Выбору бокалов уделили особое внимание. Чтобы избежать случайного зарождения пузырьков, выбрали такие, у которых на дне была гравировка. Малейшие отложения карбонатов, а также пылинки на стенках могли помешать чистоте экспериментов, поэтому бокалы тщательно мыли раствором муравьиной кислоты, дистиллированной водой, а потом сушили теплым воздухом. Для набора статистики каждый опыт повторяли четыре раза.

Концентрацию растворенного углекислого газа измеряли стандартным методом с использованием фермента карбоангидразы. В бутылке ее определяли сразу после откупоривания, а в бокале — сразу после наливания. Кроме того, с помощью инфракрасного термографа наблюдали, как углекислый газ изливается из бокала с шампанским. При этом была использована небольшая хитрость. Дело в том, что поглощение CO_2 в инфракрасной области мало, разве что строго в районе максимума поглощения, который приходится на длину волны 4,245 мкм. Поэтому камеру надо оснастить фильтром, центр пропускания которого совпадает с этим максимумом. Тогда можно хорошо увидеть, как облако более тяжелого, чем воздух, углекислого газа изливается из бокала.

С точки зрения физической химии шампанское (впрочем, как и пиво, и газированная вода) — это пересыщенный раствор газа в воде с добавками сахара и других веществ, влияющих прежде всего на вязкость жидкой фазы. Точнее, пересыщенным он становится после того, как бутылку открыли, а до этого, при высоком давлении, раствор был вполне равновесным. При атмосферном же давлении газа в жидкости становится слишком много. Так, в бутылке шампанского этот избыток составляет примерно девять граммов — это соответствует почти шести литрам газа при нормальных условиях! Стремясь восстановить равновесие, он и покидает сдерживающую его жидкость, образуя пену.

У газа есть два пути на волю. Первый — спокойный, диффузионный, при котором молекула за молекулой переходит через границу жидкости с атмосферой. Так поступают каждые четыре молекулы из пяти. А вот пятая идет другим путем — она пытается собраться вместе с себе подобными и образовать в толще жидкости пузырек, который затем всплывет к поверхности. Сделать это не очень-то легко, ведь в соответствии с законами термодинамики чем меньше размер пузыря, тем он менее устойчив — для продолжения существования ему нужно перерасти некий критический размер. Поэтому пузырьки, как правило, зарождаются не в толще вина, а на различных инородностях, например неровностях поверхности бокала: там и термодинамический потенциал другой, и микропузырек воздуха может притаиться — он станет основой газового пузыря. Местом его зарождения





Термограф показывает, сколь сильно отличаются облака улетяющего из бокала углекислого газа при разных способах наливания шампанского



ЭКСПЕРИМЕНТ

станет и любая микрочастица, плавающая в напитке. В шампанском таких частиц мало, но если его газировали по ускоренной технологии, то есть насыщением газом, а не дображиванием в бутылке, то в нем может сохраниться достаточно микропузырьков, которые при сбросе давления начнут быстро расти. А вы думали, почему время от времени шампанское, несмотря на все меры предосторожности, вдруг начинает фонтанировать из бутылки? Мелкие частицы дрожжей, равномерно распределенные по объему другого пенного напитка — нефильтованного пива, тоже способны вызвать бурное пенообразование, особенно если углекислого газа в нем растворено чересчур много. Автор этих строк собственноручно проверил эффект: самодельное пиво, изготовленное из солода на вишневом соке с сахаром и, видимо, содержащее чрезмерно много углекислого газа, в контрольном эксперименте полностью покинуло двухлитровую бутылку в виде густой пены, и остановить этот процесс было невозможно.

Спустя некоторое время, однако, в открытой бутылке может наступить равновесие: все микропузырьки будут исчерпаны, а слой, близкий к границе раздела, обеднен молекулами CO_2 — что могло, из него уже улетело, а вещество из глубин еще не подошло. Поэтому дальнейшая дегазация шампанского сможет идти часами.

Иное дело, когда шампанское наливают в бокал. Если струя падает отвесно прямо на дно, возникает турбулентность, жидкость хорошо перемешивается и поверхностный слой быстро обогащается газом из глубины. А кроме того, всевозможные завихрения создают условия для массового рождения пузырьков, которые и образуют густую пену. Если на дне бокала нанесена гравировка, то пузырьки будут зарождаться на ней, и пены становится меньше. Впрочем, это слабо сказывается на сохранности углекислого газа: как выяснили французские ученые в своей работе, в зависимости от температуры свеженаполненный бокал теряет от 3 до 4 граммов газа на литр напитка.

Можно наливать шампанское и как пиво — аккуратно, по стенке наклоненного бокала. Тогда турбулентность оказывается гораздо меньше, шампанское перемешивается хуже и газ из него удаляется с меньшей скоростью. Тогда бокал теряет от 1,8 до 3,7 грамма газа на литр напитка. Меньшие потери в обоих случаях соответствуют 4°C , а большие — нагретому до 18°C шампанскому. Температура же влияет как на коэффициент диффузии (в соответствии с уравнением Стокса — Эйнштейна), так и на вязкость жидкости, причем вязкость входит в упомянутое уравнение. В результате коэффициент диффузии сильно меняется при росте температуры, по ускоренной экспоненте: $D \sim T \exp(-2806/T)$. Кроме того, снижение вязкости существенно уменьшает в холодном шампанском турбулентность, а значит, и скорость перемешивания.

Из этой работы следуют два важных вывода. Если вы хотите, чтобы шампанское приятно пощипывало язык, а потом шибало в нос, то есть содержало много углекислого газа, — пейте его охлажденным, но в бокал наливайте аккуратно, по наклонной стенке. Если же вы эти пузырьки не любите, то наливайте полноценной могучей струей или подавайте теплым. В последнем случае уже не имеет значения, как наливать пенный напиток в бокал, коэффициент диффузии сделает свое дело.

А. Мотыляев

Индейка

Что за птица индейка? Индейка, как следует из ее названия, — домашняя птица индейцев. Ее родина — север Мексики и юг США. Дикая предки индейки до сих пор сохранились в Америке, несмотря на интенсивную охоту. От своих культурных сородичей они отличаются тем, что медленнее набирают вес, откладывают меньше яиц, да и сами помельче. Эти птицы произвели сильнейшее впечатление на европейцев: после завоевания Америки их стали выращивать по всему миру и уже в XVI веке индейки стали традиционным рождественским блюдом во многих европейских странах. В России этих птиц разводят с XVII века. Раньше их называли индейскими или испанскими курами. (Испания — первая европейская страна, куда завезли индеек.) Но эти названия ни в коей мере не отражают величия птицы. То ли дело латынь — *Meleagris gallopavo*.

Существует около 20 индюшачьих пород. Птиц разводят на мясо, и селекция направлена главным образом на увеличение их размеров. У наиболее продуктивных пород вес самцов достигает 35 кг, самок — 11 кг. Это самая увесистая из домашних птиц, за исключением страуса. За год от одной индюшки можно получить до 60 бройлеров, общий вес которых составляет около 200 кг. Самые яйценоские экземпляры откладывают до 100 яиц в год. Вообще индюшки — прекрасные наседки. На фермах этим пользуются, подкладывая им яйца кур и уток. А случай, когда индюшачье яйцо подложат другой птице, представляется маловероятным. Тем не менее такую ситуацию обсуждали птицы в сказке Андерсена «Гадкий утенок»: «Да это же индюшачье яйцо! — воскликнула старая утка. — Оно неправильное. Сама подумай, индюка ведь в воду не загонишь». Может, и не загонишь, но если он захочет, то зайдет добровольно. Наберите в Интернете «swimming turkey» и убедитесь.

Какое у индейки мясо? Мясо индейки низкокалорийное, всего 134 кал на 100 г, но очень питательное. Такое необычное сочетание получилось благодаря тому, что индюшати́на содержит 25% белка, в котором к тому же есть все незаменимые аминокислоты. Никакой другой сорт мяса не обладает подобной белковостью. При этом индюшати́на постная, в ней всего 4% жира (в мясе цыплят-бройлеров — 11%), причем среди жиров много ненасыщенных, а холестерина совсем мало — 74 мг на 100 г. Мясо индейки богато железом, селеном, магнием и калием. Фосфора в нем столько же, сколько и в рыбе. Благодаря такому составу индюшати́на полезна для сердца и сосудов, укрепляет иммунитет и зубы, способствует выведению лишней жидкости из организма.

Индейка содержит витамины B₆, B₁₂, B₂, но особенно много в ней витамина B₃, он же PP, никотиновая кислота или ниацин. Одна порция индейки обеспечивает организм суточной нормой витамина PP, который лечит утомляемость, рассеянность, мышечную слабость и головные боли, помогает при отсутствии аппетита, обеспечивает глубокий сон и бодрое настроение.

Индюшачье мясо почти не содержит соединительной ткани и потому легко усваивается. А еще в нем мало пуринов и мочевой кислоты. Хотя пурины способствуют повышению аппетита и улучшают переваривание пищи, в первую очередь белков и жиров, они возбуждают нервную систему, что противопоказано при многих болезнях, и способствуют отложению кристаллов мочевой кислоты, поэтому особенно вредны при мочекаменной болезни и подагре. Мясо индеек — самое беспуриновое. Сто граммов содержат всего 20 мг пуринов и 70 мг мочевой кислоты — меньше, чем признанная диетическая курятина. Короче говоря, ешьте индейку и будете умным, бодрым и здоровым.

Красное или белое? Мясо традиционно делят на красное и белое или, если речь идет о птице, на светлое и темное. Цвет зависит от содержания миоглобина — белка, который создает запас кислорода в мышечных тканях (ведь мясо — это скелетная мускулатура). Когда миоглобин связывается с кислородом, он образует красный оксимиоглобин и насыщенные им мышцы приобретают красный цвет, интенсивность

которого зависит от вида и возраста животного и мышечной нагрузки. Чем она выше, тем больше мышце надо кислорода, тем больше в ней миоглобина и тем темнее мясо. Индейка — птица, активно ходящая и мало летающая; мышцы ее бедра и голени представляют собой темное мясо, а грудка и крылья — светлое. Красный низ и белый верх.

Битва красного и белого мяса за симпатии диетологов идет



с переменным успехом. Светлое содержит меньше жиров и холестерина, и некоторые эксперты полагают, что оно менее калорийно, чем темное. На самом деле эта разница несущественна, тем не менее при нарушении жирового обмена специалисты рекомендуют светлые сорта мяса. Зато красное мясо содержит больше цинка, железа, витаминов тиамина и рибофлавина, а также представляет собой отличный источник мышечных белков и антиоксиданта — альфа-липовоевой кислоты. Оно хорошо при малокровии, и если придерживаться главного правила питания — умеренности, то вреда не принесет.

Если так хорошо мясо индейки, то каковы же ее яйца? Увы, в продаже они бывают редко, и тому есть несколько причин. У индеек лучше, чем у других птиц, сохранился эффект насиживания и сезонность размножения. Они несут яйца с января по сентябрь, причем в относительно небольшом количестве. Те 60—80 яиц, которые откладывает за год одна среднестатистическая птица, производители предпочитают использовать для получения потомства.

Но если вам посчастливилось заполучить индюшачье яйцо, будьте готовы к тому, что по вкусу оно напоминает куриное, только раза в полтора больше. Такие крупные яйца долго варить вкрутую, и специалисты рекомендуют использовать их для выпечки и омлетов, в крайнем случае варить всмятку или готовить яйцо-пашот — яйцо, сваренное без скорлупы. Это довольно сложный процесс (см. «Химию и жизнь» 2008, № 10), но химики, разработавшие пищевые пленки, позволили его значительно упростить. Итак, наденьте на чашку пищевую пленку, но туго не натягивайте, пусть она провисает. Смажьте ее оливковым маслом, вылейте в углубление яйцо и закрутите «пакетик», закрепив его шпажкой, а потом опустите в кипяток и отварите.

Что значит «охлажденная индейка»? Мясо в наших магазинах продается охлажденное и замороженное. Бывает еще парное, но его нужно покупать на ферме, а без холодильника оно до магазина не доедет. Индюшатина начинает замерзать при температуре минус 3°С. Если ее остудили до этой или более высокой температуры, то индейка охлажденная. А замороженной она становится при минус 17°С. Такая температура, по уверениям производителей, гарантирует, что, когда мясо разморозят, оно будет столь же свежо, как до заморозки.

С какими продуктами сочетается индюшатина? Как и всякое мясо, индейку подают с овощами, фруктами или сухофруктами. Однако гарнир надо выбирать разумно. Поскольку мясо диетическое, пусть и все блюдо будет таким — не стоит жарить индюшатину на сливочном масле или подавать ее с картофелем.

Что можно приготовить из индейки? Было бы неверно говорить об индюшатине вообще, поскольку красное мясо отличается по вкусу от белого. Красное можно использовать как обычную говядину — из бедренной части получают прекрасные шашлыки, котлеты и супы. А светлая грудка пресновата и суховата, поэтому ее нужно сдабривать специями, некоторые даже обмазывают мясо медом. Индюшачьи крылышки можно готовить на гриле, как куриные, но учтите — у них толстая кожа. Зато из крыльев индейки получается хорошее заливное.

Очень часто индейку запекают целиком. Как уже говорилось, ее фаршированная тушка — традиционное рождественское блюдо. Прежде всего индейку промывают, удаляют лишний жир, а затем моют и обсушивают. Затем тушку изнутри и снаружи натирают солью и начинают фаршем, а он может быть самым разным: апельсины, орехи с печенью, яблоки с черносливом, бекон. После этого птицу зашивают и запекают в духовке на слабом огне, периодически поливая выделяющимся соком и жиром. Чтобы определить готовность жареной птицы, нужно проколоть тушку в области окорочка: если вытекает бесцветный сок — мясо готово.

Индейцы поступали проще. Они обмазывали птицу глиной и запекали на углях, а затем снимали обожженную корку вместе с перьями.

А долго ли ее готовить? Существенная особенность индейки — ее габариты. Если их не учесть, у неопытного кулинара возникнут проблемы, особенно когда он хочет запечь птицу целиком. Это праздничное блюдо, вот-вот придут гости, а туша еще даже не оттаяла! Обычно целую индейку продают в замороженном виде, и в этом случае ей полагается быть твердой как камень. Птица требует медленного оттаивания при температуре не выше 16°С. Можно также погрузить упакованную индейку в холодную воду, которую периодически меняют. Этот способ занимает меньше времени, но все равно птица весом 4—5 кг размораживается приблизительно 19—24 часа, а девятикилограммовая — до двух суток.

Время запекания тоже можно рассчитать: на каждые 450 г веса, считая начинку, приходится 18 минут. Некоторые специалисты советуют готовить индейку всю ночь в очень слабо нагретой духовке, что может занять до 10—11 часов.

Н. Ручкина

ЧТО МЫ ЕДИМ





Доброе утро, Дворник!



Алексей Толкачев

Этот двор ничем не выделяется среди прочих, точно таких же. В него выходят окна этажей с семьдесят третьего по семьдесят шестой. Сверху и снизу двор ограничен взлетно-посадочными площадками аэромобилей. С крыши небоскреба свисает трос, по которому вниз-вверх перемещается Дворник. Его функции — поддерживать чистоту оконных пластиков и сводить со своего участка стены нелегальные коммерческие граффити, которые постоянно наносят по ночам партизаны из черных рекламных бюро. Обычная дворницкая работа. А почему Дворник с большой буквы? Да потому, что все обитатели двора привыкли считать его своим соседом, относятся к нему как к разумному существу и по утрам никак не обходятся без того, чтобы перекинуться с ним хотя бы парой слов.

Первым на пути Дворника встречается окно семьдесят шестого этажа. Здесь живет Макс. Он бизнесмен. Большой бизнесмен! Работает в индустрии погоды. Давно уже существуют технологии, позволяющие управлять погодой в любой точке земного шара. Но технологиями этими владеют пока еще не все страны. Макс продает услуги европейских операторов метеоконтроля королевствам африканского региона.

Его пилот только что сообщил, что уже ждет на верхней площадке. Пора вылетать в офис. Макс выглядывает в окно и видит Дворника.

— Доброе утро, Дворник!

— Доброе утро, господин Макс!

— Как поживаешь, старина? Как работается? На погоду жалоб нет? — привычно шутит Макс.

— Погода сегодня хорошая, — отвечает Дворник.

— Тебя послушать, так каждый день погода хорошая! И дождь тебя устраивает, и жара. Никаких пожеланий к метеоконтролю! Не дай бог мне таких клиентов, как ты. Разорюсь!

— Извините, мне нужно работать.

— Ну, ну, вперед! Мне тоже пора.

— Удачного вам дня, господин Макс.

На семьдесят пятом этаже обитает Жорж. Он вор. Промышляет угоном аэромобилей. Дело это крайне непростое, современные противоугонные устройства обмануть трудно. Понятно, что хорошие специалисты по этой части в большой цене.

Сегодня Жорж, похоже, куда-то собрался с утра пораньше. Он открывает окно и протягивает Дворнику руку.

— Бодай цаплю, кент!

— Доброе утро, господин Жорж, — отвечает Дворник, пожимая протянутую руку.

Вор сегодня явно в приподнятом настроении.

— Медикуешь, какую лошадь сегодня буду брать? «Дарнье-Тойота», гамма-версия! Реально жаркая фрейфея. Такую еще никто не крэкал. А я ее запишу начисто, машка и не щекотнется!

— Погода сегодня хорошая.

— А мне погода до обруча, фиолетово! Я ж не на зрячую ныряю, я эту ляльку молто темпо сгрунтовал. Бинбер замастырил, граблужи имею, чтоб на автографе не выступить. Все будет елочки! За такой шарабан мне эти футцаны дуранутые с фирмы овса высоко подгонят. Медикуешь?

— Извините, мне нужно работать.

— Ата! Вечерком подваливай ко мне на келдым, по-куликаем по-свойски!

— Удачного вам дня, господин Жорж.

— Натурально, кент, кучерявка мне не помешает!..

Каждый раз, когда Жоржу удастся угнать мобиль, он доставляет его в местное представительство компании-производителя. Там он подробно объясняет, как именно ему удалось перехитрить фирменное противоугонное устройство. После этого компания возвращает аэромобиль владельцу, инженерам дается задание ликвидировать «дыру», найденную Жоржем в системе защиты, а сам угонщик получает от фирмы хорошее вознаграждение. Тем и живет.

Старые добрые товарно-денежные отношения по-прежнему живы. Но с роботами расплачиваются обычно не деньгами, а энергией. Чаще всего в виде карточек на подключение к энергосети. Энергия — единственная пища, в которой роботы нуждаются постоянно. Особенно те, чья деятельность связана с двигательной активностью.

Наведя чистоту на уровне семьдесят пятого этажа, Дворник движется дальше вниз и приступает к протирке окна семьдесят четвертого. С той стороны оконного пластика ему приветственно машет рукой Александр. На его черном лице сверкает улыбка во все тридцать два зуба. Александр — поэт-авангардист, весьма популярный. Авангард нынче в большой моде, и Александр считается солнцем современной поэзии.

— Доброе утро, господин Александр, — произносит Дворник.

Поэт распахивает окно:

— Приветствую тебя, служитель частоты! Смотри, я посвятил тебе стихи! — Александр протягивает



ФАНТАСТИКА

Дворнику листок целлулоида с напечатанными на нем строчками:

Славный двор_ник твой что значит?
Псевдо_ним_б_роил над голо-
вой_ско_льзит коле_со_бачий.
Жизни путь_вой будет доло-
г! Улыбайся негру,_сти,
ветошью своей верти-
кальные пространства стен_ки-
бернетических оте_лей
воду, лей, стирай ко_Ленки-
манекенщицы о теле,
знаю, ты давно мечта-
ешь корку_лак ударит в бок-
сер, сор, любовь — все суета!
Она же — пыль, она же — Бог.

Дворник вообще плохо понимает поэзию, а стихи Алек-сандра для него и подавно китайский мануал.

— Ну, что скажешь? — интересуется поэт.

— Погода сегодня хорошая, — отвечает Дворник.

— Ах, причем же тут погода! Но впрочем, милый ма-лый, ты прав, прав, как всегда! Погода чудесная! Про-зрачен смог, денек приятный... Сияет солнца круг... э-э... Не подскажешь ли рифмы к слову «приятный»? Ну же, помоги поэту! Ведь ты же тоже где-то, в глубине своего интеллекта, романтик! Сознайся, ведь и тебе не чужды живые чувства!

— Извините, мне нужно работать.

— Прозрачен смог, денек приятный... — бормочет поэт, удаляясь от окна.

— Удачного вам дня, господин Александр.

Дворник прикрывает окно и начинает его протирать. Через оконный пластик доносятся восклицания Алек-сандра:

— Прозрачен смог, денек приятный! Сияет солнца круг... Квадратный! Гениально!

Приступив к делу, робот будет функционировать не останавливаясь, пока не выполнит намеченный объем работы.

Вот Дворник уже на нижнем уровне двора, там, где этаж номер семьдесят три. Здесь апартаменты Ленки. Той самой Ленки-манекенщицы, о которой написал в своем стихе поэт Александр. Вообще, Ленка не столько манекенщица, сколько фотомодель. Она представляет общественно-гигиеническое движение «За натуральную кожу». Активисты этого движения пропагандируют пол-ный отказ от косметики, поскольку она вредна для кожи.

Их лозунги: «Не прячь под штукатуркой свою природную красоту!», «Не соревнуйся с Богом в изобразительном искусстве!». Плакаты с такими призывами и с фотографией Ленки висят по всему городу. Ленка и правда не пользуется косметикой: с ее совершенной внешностью это просто не требуется.

Движение «За натуральную кожу» — это своеобраз-ный рэкет. Активность агитации сводится к нулю в те периоды, когда кто-нибудь из крупных производителей косметики выводит на рынок новый продукт. Тогда пла-каты с надписями про природную красоту исчезают с городских улиц и не отвлекают население от покупки движущихся рисунков для лица, бальзама для тела с эффектом леопардовой шкуры или крема для ушей с музыкой. За это свое бездействие в нужное время вымогатели из «Натуральной кожи» берут мзду с про-изводителей косметики.

Ленка сидит на подоконнике спиной к окну. Из всей одежды на ней только трусики-стринги. Это шоу подго-товлено специально для Дворника. Ленка хочет увидеть на его лице то выражение, с каким обычно смотрят на нее мужчины. Но с Дворником это дохлый номер.

— Доброе утро, госпожа Ленка!

Фотомодель притворно вздрагивает и оборачивается к окну:

— Ой, как ты меня напугал!

Ага, напугал, как же! Она уже минут десять сидит тут в такой позе, ожидая, когда Дворник спустится сверху. Ленка стыдливо прикрывает руками грудь (после того как убеждается, что у Дворника уже была возможность хорошенько ее рассмотреть).

— Погода сегодня хорошая, — говорит Дворник.

— Да, неплохая, — отвечает красавица. — Может, сходим куда-нибудь, погуляем?

— Извините, мне нужно работать.

— А как тебе моя новая прическа?

Зачем только она задает этот вопрос? Ведь помнит же прекрасно, что Дворник произносит лишь одни и те же четыре фразы. И три из них он уже произнес. А сейчас он скажет: «Удачного вам дня, госпожа Ленка!»

— Удачного вам дня, госпожа Ленка.

Смешная она, эта Ленка. Зачем она затевает эти за-игрывания? Неужели не понимает, что между человеком и роботом ничего такого быть не может? Хотя, конечно, современные роботы — это что-то потрясающее. В любом сложном виде деятельности — в бизнесе ли, в технике, в искусстве, да в чем угодно — люди с ними конкурировать уже не могут. Вот только это побоч-ное следствие функции самообучаемости, неумное стремление роботов к обмену информацией — оно порой просто невыносимо! Пообщавшись с местными обитателями, Дворник давно взял себе за правило в разговорах с роботами — только несколько одинаковых, ни к чему не обязывающих фраз. Иначе эти разговоры не закончатся никогда. И сказок наслушаешься, и на вопросы отвечать устанешь, и работу не сделаешь, и всю душу из тебя вынут, и никаких человеческих нервов не хватит!





КНИГИ

Михаил Ломоносов

Избранные произведения
М., Изд-во Московского
университета, 2011



В сборнике вы найдете научные, поэтические и публицистические произведения 1739—1765 годов. Современный читатель сможет оценить разнообразие тем, над которыми работал М.В.Ломоносов, энциклопедизм и широту его научных интересов..

В. В. Покровский

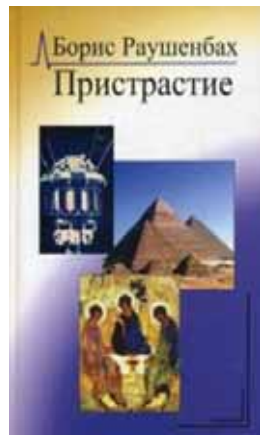
Космос, Вселенная, теория
всего почти без формул, или как
дошли до теории суперструн
М., Либликом, 2011



Это увлекательный рассказ об основных этапах развития взглядов на устройство Вселенной. Обсуждаются фундаментальные вопросы современной космологии и теоретической физики: теория относительности Эйнштейна, квантовая физика, параллельные миры, возможность перемещений во времени, межзвездные путешествия, НЛО, теория струн, претендующая на звание «теории всего». Материал изложен в виде вопросов и ответов

Борис Раушенбах

Пристрастие
М., Аграф, 2011



Книга Б.В.Раушенбаха — академика РАН, одного из основателей космонавтики, философа, тонкого ценителя искусств — дает возможность познакомиться со всеми сторонами творческой деятельности этого блестящего ученого и выдающегося человека.

Карл Циммер

Эволюция. Триумф идеи
М., Альпина нон-фикшн, 2011



Один из лучших научных журналистов со свойственными ему основательностью, доходчивостью и неизменным юмором дает полный обзор теории эволюции Чарльза Дарвина в свете сегодняшних научных представлений. Почему и сегодня не прекращаются споры о происхождении жизни и человека на Земле? Как биологи-эволюционисты выдвигают и проверяют свои гипотезы и почему они категорически не могут согласиться с доводами креационистов? В поисках ответов на эти вопросы читатель попутно сделает множество поразительных открытий о жизни животных, птиц и насекомых, заставляющих задуматься о человеческих нравах и этике, о месте и предназначении человека во Вселенной.

Олег Фейгин

Парадоксы квантового мира
М., Эксмо, 2011



Книга рассказывает об истории создания современной квантово-физической картины мира и ее ключевых проблемах. Автор прослеживает весь путь развития квантовой физики, которая пытается создать единую теорию частиц и сил. В книге подробно обсуждаются основные положения квантовой науки, сумевшей разгадать секреты строения микромира, где перестают действовать законы классической механики, а микроробъекты становятся одновременно волнами и частицами.

Эти книги можно приобрести в Московском доме книги.

Адрес: Москва, Новый Арбат, 8, тел. (495) 789-35-91

Интернет-магазин: www.mdk-arbat.ru

СОРБОМЕТР™

АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предназначены для исследования текстурных характеристик дисперсных и пористых материалов, в том числе нанокompозитов, катализаторов, сорбентов, и т.д.

Характеристики

- Диапазон измерения удельной поверхности: 0,1-1000 м²/г
- Погрешность измерений: 6% во всем диапазоне
- Полная автоматизация циклов адсорбция-десорбция
- Автоматическая калибровка
- Станция подготовки образцов к измерению

Прибор СОРБОМЕТР обеспечивает

Измерение удельной поверхности однотоочным методом БЭТ



СОРБОМЕТР

СОРБОМЕТР-М



Прибор СОРБОМЕТР-М обеспечивает

- Измерение изотермы адсорбции
- Измерение удельной поверхности многоточечным методом БЭТ и STSA, объема микро- и мезопор
- Расчёт распределения мезопор по размерам

Области применения

- Научные исследования
- Учебный процесс
- Химическая промышленность
- Горно-обогатительная промышленность
- Атомная промышленность
- Производство огнеупорных и строительных материалов
- Производство катализаторов и сорбентов

Доступ к архиву журнала через Интернет

Теперь у вас есть возможность работать с полным
электронным архивом
нашего журнала в Интернете онлайн

Почему это важно и удобно?

Техника и операционные системы меняются очень быстро. У некоторых компьютеров уже нет DVD-приводов, а первая версия нашего архива работает с Windows 7 только после установки специальной программы.

Fig 1

Дымящий
Колпак

Fig 2

Суп
и
Суп-Ассак

Fig 3

Суп
и
Суп-Ассак

**Архив,
с которым можно работать
в Интернете:**

- будет всегда адаптирован под все современные системы;
- постоянно пополняется свежими номерами;
- к нему вы сможете получить доступ на короткое время, чтобы написать реферат или диплом, подготовиться к докладу или уроку.

Сейчас архив журнала включает 1965—2010 годы. По всему массиву статей за 46 лет возможен полнотекстовый поиск по ключевому слову.

Стоимость онлайн-доступа к архиву журнала «Химия и жизнь» в Интернете с января 2012 года:

- школы — 1000 руб. за год (неограниченное число компьютеров);
- библиотеки и другие юридические лица — 2000 руб. за год (неограниченное число компьютеров);
- физические лица — 400 руб. за год, 100 руб. за месяц, 50 руб. за неделю.

**Подробности на нашем сайте
www.hij.ru.**



Художник А.Анно

Пишут, что...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Как голосовать будем?

Избиратели делятся на четыре категории, и каждая из них играет свою роль в политической системе. Это «верные избиратели», «стратеги», «протестный электорат» и «идеологи». В условиях нестабильности именно третья группа способна обеспечить изменения в политической картине страны. Так следует из свежей статьи, которую Даниэль Кселман и Эмерсон Нью (Niou) из фонда Хуана Марша и американского Университета Дьюка опубликовали в журнале «Public Choice» (2011, т. 148, № 3, doi:10.1007/s11127-010-9661-2). Они построили математическую модель ситуации перед ноябрьскими выборами в Испании, однако результаты исследования применимы и к другим странам.

Итак, если рассматривать стандартную европейскую схему парламента — центр, окруженный правым (сторонники притеснения бедных в пользу богатых и отказа от излишка всяческих свобод) и левым (сторонниками притеснения богатых в пользу бедных и расширения числа свобод) крыльями, то результатом выборов в нестабильное время бывает смещение власти либо вправо, либо влево от имеющейся ситуации. За счет чьих голосов оно происходит? Очевидно, что это не те, кто остается верным своей партии и голосует за нее каждые выборы. Избиратели-«стратеги» также вряд ли в этом участвуют: это люди, которые знают, что партия, выражающая их интересы, никогда не получит необходимого числа голосов, и потому выбирают ту, которая им наименее неприятна. «Идеологи» в отличие от «стратегов» на компромиссы не идут — их симпатии, как правило, принадлежат крайним точкам политического спектра, и они вообще не ходят на выборы, поскольку их любимые партии в либеральном европейском обществе не имеют шансов на победу.

А вот с импульсивным протестным электоратом все не так очевидно. Обычно в него входят те, кто на прошлых выборах голосовали за правящую партию, но обстоятельства сложились так, что теперь они чувствуют себя несчастными. Возникает желание голосовать не за кого-то, а против кого-то. Вот тогда человек идет и голосует, но не за правящую партию, которую он в общем-то поддерживает, а за расположенную правее или левее, в зависимости от того, какой сигнал он хочет «им» послать. В итоге правящая партия несет двойную потерю — лишается тех голосов, на которые рассчитывала, да еще они же прибывают у конкурента. Протестный избиратель может оказаться и пассивным, проигнорировать призывы бросить свой бюллетень в урну, но в ситуациях, когда все говорит о смене главной политической силы, он обязательно придет на выборы, чтобы подтолкнуть падающего. А поскольку голосовать ему все равно за кого, какая-нибудь маленькая партия может в силу случайного стечения обстоятельств получить достаточно голосов, чтобы войти в большую политику.

С.Анофелес

...в протопланетном диске вокруг ближайшей к нам планетарной системы тау Гидры обнаружено столько воды, что ее хватало бы на тысячи земных океанов; возможно, кометы из этого диска могут обеспечить влагой молодые сухие планеты («Science», 2011, т. 334, № 6054, с. 316—317)...

...11 ноября 2011 года в журнале «Europhysics Letters» впервые опубликована научная статья, подготовленная за пределами земного шара: ее прислал с борта Международной космической станции космонавт С.А.Волков («Europhysics Letters», iopscience.iop.org/0295-5075/96/5/55001)...

...цена наукоемкого изделия, финансируемого с привлечением кредитных средств, оказывается выше, чем у изделия, финансируемого за счет госбюджета («Интеллектуальная собственность», 2011, № 11, с. 59—68)...

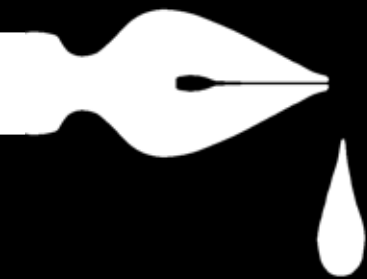
...расходы на фундаментальные исследования в США составляют 0,48% ВВП, во Франции — 0,5%, в Японии — 0,48%, в России — 0,16%, в Белоруссии — 0,1% («Вестник РАН», 2011, т. 81, № 10, с. 915—920)...

...премия в 10 млн. долларов достанется тому, кто быстро и точно отсекутенирует геномы ста людей, достигших столетнего возраста («Nature Genetics», 2011, т. 43, с. 1041, 1055—1058)...

...запасы углерода в сухостое лесов России в зависимости от метода расчета составляют 1958, 2—3983,3 10^6 т («Лесоведение», 2011, № 5, с. 61—71)...

...значительно ближе к естественной освещенности, а значит, благоприятней для биоритмов человека, освещенность в помещениях с окнами на юг или север; при другом расположении окон максимум освещенности может отклоняться от полудня почти на два часа («Светотехника», 2011, № 5, с. 61—64)...

...разработан биосенсор на основе кислородного электрода, модифицированного целыми клетками кишечной палочки, который позволяет определить токсичность товаров народного потребления («Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А.Овчинникова», 2011, т. 7, № 2, с. 17—23)...



...в тех штатах США, где в школах запретили сахаросодержащие напитки, ученики стали покупать их за пределами школы, таким образом, снизить потребление не удалось («New Scientist», 2011, № 2838, с. 4)...

...в резиновые смеси вместо карбоната кальция можно добавлять отходы свеклосахарного производства («Экология и промышленность России», 2011, № 10, с. 31—33)...

...основная часть очагов загрязнений хлорорганическими пестицидами в Горном Алтае находится в местах их хранения и реже — на участках применения («Проблемы региональной экологии», 2011, № 5, с. 15—18)...

...при выращивании зерновых культур и ярового рапса внесение в почву ризосферных бактерий рода *Pseudomonas* позволяет снизить дозы азотно-фосфорно-калийных удобрений в 1,5—3 раза («Агрохимия», 2011, № 9, с. 29—42)...

...вопреки предположениям некоторых историков науки, Эдвин Хаббл не подвергал цензуре статью Жоржа Леметра, чтобы оставить за собой приоритет в вопросе расширения Вселенной («Nature», 2011, т. 479, № 7372, с. 150, 171—173)...

...название «токамак» изначально было образовано от «тока максимум», из-за ожидания большого тока плазменного разряда, и лишь в конце 50-х стало расшифровываться как «Тороидальная Камера — Магнитная Катушка» («Вопросы истории естествознания и техники», 2011, № 3, с. 160—165)...

...самцы крыс, демонстрирующие к концу эксперимента по принудительной алкоголизации более высокий уровень предпочтения спирта, на начальных этапах проявляли меньшую тягу к спирту и более низкий уровень тревожности («Журнал эволюционной биохимии и физиологии», 2011, т. 47, № 5, с. 404—409)...

...у плоских морских ежей стержень новой иглы при регенерации образуется из одного срединного зачатка, а у шаровидных — из многих одновременно растущих зачатков («Биология моря», 2011, т. 37, № 4, с. 300—307)...

Художник А. Анно



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Пенсионная экологичность

Углекислый газ в атмосфере объявлен главным врагом планеты, поэтому за ним пристально следят. Например, Эмилио Загени из ростокского Института по изучению демографии Общества Макса Планка рассчитал, сколько углекислого газа надо выделить, чтобы обеспечить жизнь одного человека в разном возрасте. Изучал он данные по жителям США, поскольку для них существует подробная статистика, но в принципе аналогичные выводы можно сделать и о гражданах других стран. Основой для расчета послужили траты американцев на товары и услуги, которые требуют много энергии и, стало быть, связаны с выделением больших количеств CO_2 .

Как нетрудно догадаться, с возрастом эти затраты и соответственно выбросы углекислого газа, приходящиеся на одного человека, постепенно увеличиваются. Так, человек средних лет гораздо чаще водит машины и летает самолетом, нежели подросток. Однако с годами ситуация меняется: траты все равно остаются больше, чем у молодых людей, однако идут они уже не на покупку новых вещей или путешествия, а на лекарства, производство которых не самое энергоемкое. Затраты на одежду начинают падать с 58 лет, на бензин — с 60. Зато, проводя больше времени дома, пожилые люди расходуют немало электричества и тепла. В общем, пика выбросов углекислого газа американец достигает как раз к выходу на пенсию в 65 лет — 14,9 тонны газа в год. А к 80 это количество уже сокращается до 13,1 тонны. Для более старшего возраста данных нет, но тенденция понятна.

Поскольку продолжительность жизни в США к 2050 году должна вырасти до 83,1 года с нынешних 78,3 лет, доля пожилых людей в обществе увеличится. А с ней уменьшится выделение углекислого газа населением. Видимо, новый протокол, который придет на смену Киотскому, должен предусмотреть премию тем странам, где стариков живет больше.

А. Мотыляев



М.В. ПОПОВУ, Уфа: *Лимонную кислоту и цитрат натрия в промышленном масштабе получают биотехнологическими методами, с помощью специальных штаммов грибов, используя в качестве сырья отход сахарного производства — мелассу, а раньше ее выделяли из лимона или махорки.*

В.В. ГОЛУБЕВУ, Арзамас: *Тактильный (матовый) лак «soft touch» — лак на полиуретановой основе; если у вас есть пневматический распылитель, его вполне можно нанести самостоятельно.*

Т.Н. МАРУХИНОЙ, Томск: *Моногастричные животные — те, у которых желудок состоит только из одного отдела, в отличие от жвачных — коров, овец, коз; человек тоже моногастричное животное, но почему это слово пользуется такой популярностью у диетологов, нам не вполне ясно.*

С.В. ЧЕРКАСОВУ, Санкт-Петербург: *Маршмеллоу, или «резиновая пастилла», помимо сахара и воды содержит желатин, а взбитых яичных белков в отличие от обычной пастилы не содержит, отсюда «резиновая» консистенция; из маршмеллоу, добавляя в нее смесь сахарной пудры с крахмалом, делают кондитерскую мастику, из которой лепят и вырезают украшения для тортов и пирожных.*

М.И. ЛИВШИЦ, Волгоград: *Самый простой способ получить видеозапись реакции Белоусова — Жаботинского — набрать соответствующий запрос в поисковой системе; в Интернете нетрудно найти и скачать ролики с этой реакцией как в объеме, так и в плоской чашке Петри, вполне подходящие для демонстрации на уроке.*

МАРИНЕ, электронная почта: *Если «большие боливийские тараканы», которых разводит ваш сосед, — это *Blaberus boliviensis*, то причин для беспокойства нет: они не умеют бегать по вертикальным стенкам, так что едва ли смогут даже выбраться из садка.*

С.К. НОВИКОВОЙ, Ярославль: *Шеллак — природная смола, вырабатываемая самками лаковых червецов (*Kerria lacca*, или *Laccifer lacca*), применяется для изготовления разнообразных лаков и глазурей, до появления винила из него делали граммофонные пластинки.*

Е.К., Москва: *В слове «киборг» «Русский орфографический словарь» (М.: Институт русского языка, РАН, 2005), помещает ударение на второй слог, а словарь нарицательных имен «Русское словесное ударение» (М.: ЭНАС, 2001) — на первый; в пользу той и другой версии есть убедительные аргументы.*

Кто пьет звезды

«Освободясь от пробки влажной, бутылка хлопнула; вино шипит...» — ярко и точно писал А.С. Пушкин о шампанском — когда-то символе роскошной, беззаботной жизни, а теперь традиционном атрибуте веселого новогоднего застолья, торжественной свадебной церемонии, тихого семейного праздника или романтической встречи. Хорошо сбалансированное, мягко-пикантное, шелковистое, утонченное, легко пьющееся, с устойчивым потоком мелких пузырьков, долгим элегантным минерально-ванильным послевкусием, с отчетливым тоном лимона, живым ароматом миндаля, зрелых яблок и груш — так описывают вкусовые качества шампанского дегустаторы-профессионалы.

Появилось шампанское в конце XVII века в северной провинции Франции Шампань, известной неплохими красными винами. Когда при королевском дворе стало модным пить белое вино, виноделы аббатства Отвильер решили попробовать сделать его из красного винограда. Для этого нужно сбраживать быстро отжатый сок без мезги — кожицы, которая и придает будущему вину цвет. Но вот незадача: виноград в Шампани созревал поздно и до наступления холодов брожение не успевало завершиться, то есть не весь виноградный сахар превращался в спирт. С приходом теплых весенних дней начиналось вторичное брожение, при котором интенсивно выделялся углекислый газ. Вино начинало «играть» — давление газа взрывало бочки и выбивало пробки. Согласно легенде, заведующий винным погребом аббатства дом Пьер Периньон (dom — почтительное обращение к монахам некоторых орденов) заметил, что вино с пузырьками необыкновенно хорошо на вкус. Как сохранить пузырьки и не дать взорваться бочке? Для этого Периньон стал разливать вино в бутылки из толстого темного стекла и закупоривать их корой пробкового дерева, которая набухала и прочно закрывала горлышко. Несколько лет экспериментируя с разными сортами винограда, он научился купажированию — смешиванию вин — и придумал «тиражный ликер» — смесь тростникового сахара, дрожжей и вина, который добавляют на стадии вторичного брожения. Бутылки хранятся на специальных наклонных подставках-пюпитрах горлышком вниз. Так вино выдерживают от двух до десяти лет, оно насыщается углекислым газом, как говорят, зреет. Осадок, накопившийся на пробке, удаляют, в вино доливают «дозажный ликер» — смесь сахарного сиропа с вином. Под давлением бутылки запечатывают новыми пробками и еще несколько месяцев наблюдают, как вино «отдыхает». Весь процесс называется шампаннизацией.

Французский двор был в восторге от нового вина, прозрачного, бледно-золотистого, с легкой кружевной пеной и мелкими пузырьками, похожими на жемчужины. Сам Периньон говорил: «Оно веселит дух и имеет вкус звезд. Я пью звезды!» Его именем названо дорогое французское шампанское «Кюве Дом Периньон».

В России шампанское появилось в 1814 году, когда предприимчивая наследница винного дела своего мужа Клементина Клико поставила крупную партию игристого вина в Петербург и Москву. Несмотря на высокую цену, оно сразу стало популярным среди русской аристократии. Любил его и А.С. Пушкин:

*Вдовы Клико или Мозта
Благословенное вино
В бутылке мерзлой для поэта
На стол тотчас принесено...*

Первое отечественное игристое вино, полученное методом шампаннизации, было выпущено в декабре 1898 года под маркой «Абрау». Винодельческое хозяйство Абрау-Дюрсо недалеко от Новороссийска организовал князь Лев Голицын. Химик и опытный винодел, он и в своем крымском имении наладил производство игристого вина. На Всемирной выставке 1900 года в Париже Гран-при был присужден голицынскому шампанскому. Это был триумф! Русское игристое вино получило право называться шампанским, хотя и с условием, что про-



МАГИИ НАШЕГО МИРА

даваться оно будет только в России. В 30-е годы XX века в Советском Союзе был разработан ускоренный «резервуарный» метод производства шампанского. Вторичное брожение шло не в бутылках, а в герметически закрытых цистернах-резервуарах объемом до 10 тысяч литров. Так в каждый дом пришло «Советское шампанское», недорогое, легкое, приятное на вкус.

В 1927 году во Франции был принят закон, согласно которому шампанским может называться только то вино, которое произведено в Шампани по строго регламентированной технологии из винограда трех сортов: белого шардонэ, красных пино-нуар и пино-менье. Другие игристые виноградные

вина маркируются по-своему. В Италии — это спуманте, во Франции муссо и кремо, в Испании кава, в Германии сэкт. «Советское шампанское», известное за рубежом как «Soviet Sparkling» — «Советское игристое», сейчас выпускается пяти сортов, которые различаются содержанием сахара: брют, сухое, полусухое, полусладкое и сладкое. Брют и сухое производят бутылочным классическим способом и выдерживают не менее трех лет.

Прежде чем открыть бутылку, ее надо охладить до 7—9°C в металлическом ведре со льдом и водой, чтобы пенная струя не полилась мимо бокала. Стрелять пробкой в потолок или нет — дело вкуса. Не забудем, что давле-

ние в бутылке может достигать шести атмосфер, это почти в три раза больше, чем в автомобильной шине! Ценители шампанского открывают его без хлопка, и оно тихонько «выдыхает» легкое туманное облачко. Разливать шампанское принято медленно, по стеночке, чтобы не дать убежать пене, в тонкие прозрачные высокие бокалы, сквозь стекло которых можно долго любоваться пузырьками, пробирающимися на поверхность. Пить его надо тоже неторопливо, наслаждаясь ароматом и вкусовым букетом. Во Франции говорят, что удача выбирает тот дом, где всегда есть бутылка шампанского, значит, есть, чем ее — удачу — отметить. С Новым годом!

М. Демина



10-я юбилейная международная специализированная выставка «Аналитика Экспо»

10–13 апреля '12

ЭЦ «СОКОЛЬНИКИ»
Новые возможности в центре Москвы!



- Аналитическое оборудование
- Лабораторная мебель
- Контрольно-измерительные приборы
- Химические реактивы и материалы
- Нанотехнологии, наноматериалы
- Биоаналитика

www.analitikaexpo.com



На правах рекламы


Организатор:



Контакты:

E-mail: tomunova@mvk.ru
тел. +7 (495) 935-81-00
факс +7 (495) 935-81-01

Соорганизаторы:

НП «РОСХИМРЕАКТИВ»
 НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН
по аналитической химии
ААЦ «Аналитика»

Официальная поддержка:

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