



Ж

1
2011

ЖИЗНЬ И ВРЕМЯ







1
2011

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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л.Н.Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е.В.Клещенко
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 28.12.2010

Адрес редакции:
05005 Москва, Лефортовский пер. 8

Телефон для справок:

8 (499) 267-54-18

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:

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

<http://www.informnauka.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Жюльена Пако «Анонимный
звонок из будущего». Будущее все
плотнее входит в нашу жизнь,
и болезни скоро станут лечить еще
до того, как они начнутся. Об этом
читайте в статье «Генетический
паспорт и медицина будущего».

*Никто и никому в мире
так не обязан,
как обезьяны Дарвину.*

Дон Аминадо

Содержание

Проблемы и методы науки			
БЕЗ ХИМИИ НЕТ ЦИВИЛИЗАЦИИ И.А.Леенсон	2		
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ И МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО В.С.Баранов	6		
НАНОЗОЛОТАЯ ЛИХОРАДКА Л.А.Дыкман, С.Ю.Щеголев	12		
ЗОЛОТАЯ ХИМИЯ В.В.Благутина	16		
Научный комментатор			
АНТИВЕЩЕСТВО. С.М.Комаров	20		
Размышления			
ОБИЖЕННЫЕ АТОМЫ. Ю.И.Андронов, Г.Ю.Луценко	23		
Страницы истории			
РАЗГОВОР С ЭНРИКО ФЕРМИ. Перевод Л.Каховского	26		
Расследование			
ОТКУДА БЕРУТСЯ ГОРМОНЫ. Н.Л.Резник	30		
Вещи и вещества			
ЧИХАТЬ НА БАКТЕРИИ. Р.Акасов	34		
Год химии			
КАК ЗАЖЕЧЬ ОГОНЬ. И.А.Леенсон	38		
Размышления			
ИМПЕРАТИВЫ НАУКИ. А.В.Николаев	42		
Книги			
СВЕРКА С РЕАЛЬНОСТЬЮ. Дж. Смит	46		
Нанофантастика			
ЖИТЬ ИГРАЮЧИ. МАРИНА МАРТОВА	51		
Наша книжная полка			
МОСКОВСКИЕ ПОКАТУШКИ. Е.Лясота	52		
Что мы едим			
ВАНИЛЬ. Н.Ручкина.	54		
Фантастика			
МУЛЬТИФАЗНЫЕ ДРАКОНЫ. Анатолий Нейтак	56		
Материалы нашего мира			
ТРЕБУЕТСЯ ВЕТОШЬ! М.Демина	64		
КНИГИ	5, 11	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	18	ПИШУТ, ЧТО...	62
ВОПРОСЫ — ОТВЕТЫ	28	ПЕРЕПИСКА	64
ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ	61		

Без химии нет цивилизации

Новый 2011 год объявлен Годом химии (<http://www.chemistry2011.org/>). Вполне заслуженно: попробуйте вспомнить хотя бы один день в вашей жизни, когда вы бы не столкнулись с достижениями химии! Тем не менее химию все реже благодарят за комфорт и новые возможности, которые она принесла человечеству, за экономленное время, за спасенные жизни. Наоборот — химии не доверяют, ее боятся. Кто-то скажет: ну и что, наше настороженное отношение не мешает ученым работать. Но это не так. Общественное мнение не поддерживает химические исследования, как научные, так и прикладные, — в результате на них выделяется меньше средств, а это, без сомнений, тормозит развитие всех остальных областей науки. Ни биологии, ни медицине, ни физике, ни новым технологиям без химии не обойтись.

В этом году ученые всеми доступными способами стараются изменить сложившийся стереотип. Американское химическое общество (АХО) выложило на сайте <http://www.chemistryinyourlife.org/> популярную презентацию в картинках «Основные этапы развития технологий: взгляд химика».

На самом деле это не одна, а четыре красочных и очень наглядных презентации, которые рассказывают о том, какие ключевые открытия в четырех областях — энергия и транспорт, связь и информация, здоровье и медицина, пища и сельское хозяйство — тесно связаны с химией. В ближайшее время бывший президент АХО профессор Аттила Павлат планирует выложить на сайт перевод этих презентаций более чем на 30 языков. В них, помимо прочего, приводится краткая хронология важнейших открытий в указанных областях.

В этом номере мы печатаем хронологию открытий, которую кардинально расширил и дополнил доцент химического факультета МГУ, постоянный автор «Химии и жизни» И.А.Леенсон (кстати, именно он перевел текст презентаций на русский язык). Как видит читатель, даже в «журнальном варианте» хронология выглядит внушительно, а в процессе подготовки она была значительно длиннее.



Энергия и транспорт

Начало новой эры. В Китае использовали порох. Повторно его изобрели в XIV веке в Европе.

VII век. Изобретен «греческий огонь».

1260. Р.Бэкон описал, что в закрытых сосудах прекращается горение.

1665. Р. Гук предложил теорию горения и указал на роль воздуха в нем.

1766. И.И.Ползунов создал паровую машину.

1783. Э.Ж.Монгольфье и М.Ж.Монгольфье построили первый воздушный шар. В том же году физик Ж. Шарль впервые на нем поднялся в воздух.

1785. Начало эксплуатации парового двигателя Дж.Уатта (он сохранился до настоящего времени).

1786. Л.Гальвани открыл «животное электричество».

1797. А.Вольта показал, что электрический ток возникает при контакте разнородных металлов.

1800. А.Вольта создал первый химический источник постоянного тока и сконструировал первую электрохимическую батарею — «вольтов столб». Р.Фултон построил первую подводную лодку «Наутилус».

1802. В.В.Петров открыл электрическую дугу, а в 1803-м сконструировал самую мощную в то время электрическую батарею.

1803. Р.Тревитик испытал первый паровоз для рельсовой дороги, который вез пять вагонов.

1807. Спущен на воду первый пароход Р.Фултона.

1835. В окрестностях Нижнего Тагила начала работать первая в России железная дорога для доставки руды.

1838. Т.Пелуз получил нитроцеллюлозу, которую потом применили для получения бездымного пороха.

1840. Р. Бунзен сконструировал угольно-цинковый гальванический элемент.

1846. А.Собреро получил нитроглицерин.

1852. Поднялся в воздух первый дирижабль А.Жиффара.

Кандидат химических наук
И.А.Леенсон

1859. Появилась нефтедобывающая промышленность (Пенсильвания, США).

1860. Ж.Планте изобрел аккумулятор.

1866. А.Б.Нобель изобрел динамит, а Ж.Ж.Э.Ленуар — двигатель внутреннего сгорания, работающий на светильном газе.

1868. Ж.Лекланше сконструировал сухой угольно-цинковый элемент, носящий его имя.

1882. Первая электростанция, работающая на угле, дала электричество для жилых домов.

1884. Немецкий изобретатель Г.Даймлер построил первый поршневой автомобиль на бензиновом топливе с электрозажиганием.

1876. Н.А.Отто изобрел четырехтактный двигатель внутреннего сгорания.

1883. А.Ф.Можайский создал первую модель самолета.

1892. Р.Дизель изобрел двигатель, работающий на тяжелых нефтяных фракциях.

1902. Впервые для дорожного покрытия использовали асфальт, полученный при переработке сырой нефти.

1903. В воздух поднялся первый самолет братьев Райт.

1913. Для повышения выхода бензиновой фракции из нефти использовали термический крекинг (при нагреве длинные молекулы углеводородов расщепляются). Ф.Бергиус придумал, как из угля каталитическим гидрированием получать жидкие моторные топлива.

1921. Т.Миджли-младший использовал тетраэтилсвинец в качестве антидетонационной присадки к бензину.

1926. Р.Х.Годдард впервые запустил ракету с жидкостным ракетным двигателем на жидком кислороде и бензине.

1926 – 1928. С.В.Лебедев с сотрудниками разработал промышленный способ получения синтетического каучука — компонента для производства автомобильных шин.

1932. У.Карозерс и Дж.Коффман получили хлоризопреновый каучук.

1936. Э.Гудри разработал метод каталитического крекинга нефти, с этого началось получение высокооктанового бензина.

1947. Американская фирма Б.Ф.Гудрича выпустила первые бескамерные шины.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

1949. Фирма «Eveready Battery» создала маленькие щелочные аккумуляторы.

1954. В СССР в городе Обнинске заработала первая АЭС.

1954. Лаборатория фирмы «Белл» сделала первую кремниевую солнечную батарею.

1956. И. В. Курчатов сообщил о результатах изучения термоядерных реакций на установке ТОКАМАК. Проведены испытания американской атомной подводной лодки «Наутилус».

1961. В СССР осуществлен первый полет человека в космос.

1970-е. Началось производство неэтилированного бензина; постепенно прекратилось производство бензина с добавками тетраэтилсвинца.

1975. В автомобилях начали в массовом порядке устанавливать каталитические конвертеры – нейтрализаторы выхлопных газов.

1980 – 1990-е. Литий-ионные аккумуляторы стали широко использовать в мобильных телефонах и ноутбуках.



Информация и средства связи

II век. В Китае изобрели способ получения бумаги из тряпок и другого сырья.

1436 – 1440. И. Гутенберг изобрел печать с помощью наборных литер и типографский сплав гарт.

1513. В Лондоне вышла первая печатная газета.

1614. А. Сала наблюдал почернение нитрата серебра под действием света.

1727. И. Шульц изучил светочувствительность солей серебра и получил первые «теньевые фотографии».

1832. П. Л. Шиллинг построил первый электромагнитный телеграфный аппарат.

1833. Л. Ж. М. Дагер открыл способ закрепления изображения и через три года сделал первый снимок на полированной серебряной пластине.

1837. С. Морзе создал проволочный телеграф – первое средство дальней электросвязи.

1876. А. Г. Белл изобрел телефон и сделал первый в мире звонок.

1884. Появилась первая работающая телевизионная система – диск Нипкова.

1888. Начали производить первую массовую фотокамеру «Кодак».

1889. Дж. Истмен изобрел прозрачную фотопленку, с которой можно было печатать фотографии.

1895. А. С. Попов изобрел радио.

1901. Г. Маркони осуществил первую в истории передачу радиосигналов через Атлантический океан на расстояние 1800 км.

1904. Дж. А. Флеминг создал двухэлектродную лампу-диод.

1907. Б. Л. Розинг разработал способ передачи изображений с помощью электронно-лучевой трубки.

1923. В. К. Зворыкин изобрел передающую телевизионную трубку – иконоскоп, а через год приемную телевизионную трубку – кинескоп.

1926. Дж. Бэрд впервые продемонстрировал, как передавать изображение и воспроизводить его на экране.

1926. Братья Уорнеры создали первый кинофильм с синхронной речью и музыкальным сопровождением.

1927. Ф. Фарнсуорт с помощью катодно-лучевой трубки передал первое телевизионное изображение.

1946. Введена в действие первая электронная цифровая вычислительная машина «ЭНИАК». В усовершенствовании ее математико-логической конструкции принял участие американский ученый венгерского происхождения Д. Нейман.

1948. Дж. Бардин и У. Браттейн разработали полупроводниковый германиевый транзистор, заменивший собой вакуумную электронную лампу.

1955. Сконструирована первая вычислительная машина на полупроводниках.

1955. Р. Джонсон изобрел первый дисконд.

1956. Выпущен первый видеоманитонфон компании «Ампекс».

1957. В СССР запущен первый искусственный спутник Земли. В вычислительных машинах впервые применили магнитную память.

1958 – 1959. Д. Килби из компании «Тексас инструментс» разработал первую интегральную схему.

1961. Сделали первую кремниевую микросхему. На орбиту вывели первый в мире спутник связи «Телстар», усили-

вающий и ретранслирующий сигналы. Фирма «Истман Кодак» выпустила в продажу полуавтоматические фотокамеры «Инстаматик» с кассетами для фотопленки.

1962. Начало массового производства интегральных схем — «чипов».

1973. М. Купер сделал первый звонок с сотового телефона на нью-йоркской улице. Его аппарат весил 1,15 кг.

1975. Создан первый персональный компьютер Altair 8800.

1977. В Чикаго испытали первую коммерческую оптико-волоконную систему связи.

1979. В Токио начала работу первая сотовая сеть связи из 88 базовых станций. В 1984-м сеть расширили до масштабов всей Японии.

1981. Появился первый персональный компьютер IBM PC.

1982. Выпущен цифровой оптический диск (компакт-диск, CD).

1983. Разработана система автоматической коммутации беспроводной связи с использованием системы сотовых станций. С этого момента начинают распространяться сотовые телефоны.



Медицина и здравоохранение

IX в. Арабы получили этиловый спирт и применили его как антисептик.

XVI в. Парацельс развил важнейшие представления иатрохимии (направление в медицине, представители которого рассматривали процессы, происходящие в организме, как химические явления).

1592. Г. Галилей изобрел термометр.

1649. Глаубер построил химическую лабораторию и начал делать лекарства для продажи в аптеках.

1675. В городе Монпелье по указу Людовика XIV создана кафедра фармацевтической химии.

1732. Г. Бургава описал приготовление и анализ фармацевтических препаратов из сырья растительного, животного и минерального происхождения.

1775. Ж. Конради выделил из желчных камней холестерин.

1776. К. Шееле получил из мочевых камней мочевую кислоту.

1779. Дж. Пристли открыл угарный газ СО. В том же году А. Фуркруа и Л. Воклен установили состав мочевины.

1796. Э. Дженнер обнаружил, что вакцина способствует выработке иммунитета.

1803. Ш. Дерсон открыл морфин.

1811. Б. Куртуа открыл иод.

1818. Ж. Каванту и П. Пельтье выделили стрихнин и через два года хинин.

1826. Л. Гмелин и Ф. Тидеман обнаружили в желчи фермент панкреатин.

1832. П. Робике открыл кодеин.

1838. Р. Пириа выделил салициловую кислоту, а ее строение в 1870 году установил В. Мейер.

1846. Х. Шенбейн получил нитроцеллюлозу и приготовил ее раствор – потом он нашел широкое применение в медицине.

1847. Дж. Симпсон впервые применил при операции хлороформ.

1855. В. Лоссен выделил действующее начало листьев коки и назвал его кокаином.

1860. А. Кольбе синтезировал салициловую кислоту.

1864. А. Байер получил барбитуровую кислоту, производные которой (барбитураты) стали популярным снотворным. Синтезировал ее в 1872 году И. М. Пономарев.

1865. Дж. Листер использовал карболовую кислоту (раствор фенола) для лечения гнойных ран.

1867. К. Губер синтезировал чистую никотиновую кислоту (ниацин, витамин РР).

1885. Л. Пастер попробовал на человеке созданную им вакцину против бешенства.

1886. Р. Кох получил первый противотуберкулезный препарат туберкулин.

1898. Г. Лимприхт получил анестезин и новокаин.

1899. Началось промышленное производство аспирина.

1904. Ф. Штольц синтезировал адреналин.

1915. Э. Кендалл выделил гормон щитовидной железы тироксин. Предложен способ стабилизации крови при помощи цитрата натрия.

1927. Разработан тест на беременность, основанный на определении в моче эстрогенов.

1928. А. Сент-Дьерди выделил чистый витамин С, а А. Флеминг получил пенициллин.

1931. А. Бутенандт и К. Чернинг выделили половой гормон андростерон, а П. Каррер — витамин А.

1932. Ф. Митш и Й. Кларер синтезировали первый сульфамидный препарат прontosил (красный стрептоцид). А. Бутенандт открыл и установил структуру фолликулярных гормонов эстрогена и эстрадиола.

1933. А. Е. Чичибабин и Н. А. Преображенский синтезировали алкалоид пилокарпин, а У. Хеуорс, Э. Хест и Р. Рейхштейн — витамин С.

1934. Г. Хевеши применил радиоактив-

ные индикаторы для изучения биохимических процессов.

1935. С помощью прontosила излечивают смертельную стрептококковую инфекцию.

1938. Л. Н. Голдырев и И. Я. Постовский получили антимикробный препарат сульфидин.

1941. М. Мур синтезировал фталазол и сульфазол.

1942. Азотистый иприт открывает эру химиотерапии раковых заболеваний.

1943. Для борьбы с инфекциями используют пенициллин. Начало лечения антибиотиками.

1944. Р. Вудворд и У. Деринг осуществили полный синтез хинина. Э. Вакман выделил стрептомицин.

1951. Р. Вудворд завершил полный синтез холестерина и кортизона. Р. Робинсон синтезировал андростерон.

1956. Р. Вудворд синтезировал резерпин.

1959 — 1960. Л. Лелуар объяснил механизм биосинтеза гликогена и крахмала.

1963 — 1964. В трех группах (США, ФРГ, КНР) завершен первый химический синтез инсулина.

1966. М. М. Шемякин и М. Н. Колосов с сотрудниками осуществили полный синтез тетрациклина.

1977. С тамоксифена начинается применение в онкологии гормональных ингибиторов.

1987. Управление по контролю за продуктами и лекарственными средствами (США) разрешает применение зидовудина (АЗТ) для лечения ВИЧ-инфекции.



Продовольствие и сельское хозяйство

18 год до н. э. Страбон описал получение важнейшей пищевой добавки — поваренной соли из соляных источников.

1572. Первый систематический анализ минеральных вод (Л. Турнейссер).

1615. Ф. Бартолетти выделил из молока лактозу – молочный сахар.

1699. Дж. Вудворд доказал, что рост растений зависит от количества растворенных в воде минеральных примесей, которые растения всасывают корнями.

1745. Я. Беккари выделил из пшеничной муки клейковину.

1747. А. Маргграф получил кристаллический сахар из свеклы.

1779. К. Шееле показал, что при гидролизе природных жиров образуется глицерин.

1784. К. Шееле получил кристаллическую лимонную кислоту и открыл щавелевую кислоту, а через год — яблочную.

1801. С. Хермштедт и В. Розе открыли гидрокарбонат натрия – пищевую соду.

1802. Л. Пруст выделил из виноградного сока глюкозу.

1804. Продукты начали консервировать термической стерилизацией. Консервы широко распространились к 1810 году.

1806. Л. Воклен и П. Робике открыли первую аминокислоту — аспарагин.

1817. Ж. Каванту и П. Пельтье выделили из зеленых листьев хлорофилл.

1819. А. Браконно получил виноградный сахар гидролизом целлюлозы.

1821. Ф. Рунге выделил кофеин.

1831. Г. Вакенродер получил из моркови каротин.

1833. Ж. Гей-Люссак показал, что азот является обязательной составной частью белков.

1836. Ж. Б. Буссенго доказал роль азота в почве для роста растений.

1840. Ю. Либих предложил теорию минерального питания растений.

1841. Т. Кларк разработал метод определения жесткости воды.

1843. Начало применения удобрения — суперфосфата.

1844. Г. Я. Мюльдер доказал, что крахмал в растениях образуется из углекислого газа и воды.

1852. М. Бертоло синтезировал аналог природных жиров.

1862 — 1864. Ю. Сакс доказал, что крахмал в растениях образуется на свету в хлорофилловых зернах.

1864. Л. Пастер доказал, что причина превращения вина в уксус — микроорганизмы.

1866. Г. Вертер выделил глутаминовую кислоту. Глутаминат натрия — популярная пищевая добавка.

1876. К. Реймер и И. Тиман синтезировали ванилин.

1881. Французский ученый Л. Пастер сделал вакцину от сибирской язвы для овец и свиней.

1883. Датский химик Й. Г. Кьельдаль разработал метод для определения содержания азота в любых органических соединениях.

1884. Французский ботаник П. Милларде предложил использовать бордоскую жидкость для борьбы с грибковым вредителем виноградников – ложномучнистой росой.

1897. Э. Бухнер открыл бесклеточное брожение.

1901. Д. Ф. Куини, основатель компании «Монсанто», начал производство сахарина.

1903. С. Серенсен предложил метод синтеза аминокислот.

1905. Ф. Блэкман доказал, что процесс

фотосинтеза состоит из световой и темновой стадий.

1906. Н.Д.Зелинский открыл реакцию получения альфа-аминокислот из альдегидов и кетонов.

1910. П.Бойсен-Йенсен доказал, что у растений есть гормоны роста.

1913. Немецкие химики Ф.Габер и К.Бош разработали технологию синтеза аммиака в промышленных масштабах. Р.Вильштеттер открыл две формы хлорофилла и доказал, что в него входит магний. Э.Мак-Коллум и М.Дэвис открыли витамин А в сливочном масле и яичном желтке.

1930. Т.Миджли и А.Хенн предложили использовать хладагенты, названные фреонами.

1931. А.Е.Арбузов с сотрудниками синтезировал эфиры тиофосфорных кислот – сильнейшие инсектициды.



**Б. Дж. Уилкоккс, Д. К. Уилкоккс,
М. Судзуки**

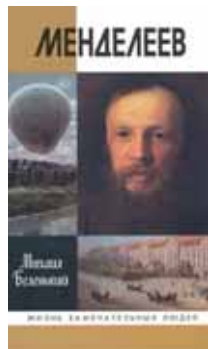
Почему японцы не стареют.
Секреты Страны
всходящего солнца
М.: РИПОЛ Классик,
2010



Книга знакомит читателей с результатами 25-летнего исследования самых долгоживущих людей на

Земле — жителей Окинавы. Авторы анализируют причины их долголетия, сохранения здоровья и бодрости в глубокой старости, включая все аспекты: образ жизни, режим питания, физическую активность, духовные устремления и социальные контакты. Авторы подчеркивают, что общие принципы жизни на Окинаве доступны любому человеку. Предлагаемая ими программа дает возможность найти собственный путь к долголетию и сохранению здоровья. В книге много рекомендаций по поддержанию оптимального веса, применению лекарственных трав, рецептов здоровых и вкусных блюд.

Михаил Беленький
Менделеев
М.: Молодая гвардия,
2010



Дмитрий Иванович Менделеев известен большинству читателей как автор Периодического закона. Между тем по широте научных и практических интересов его можно сравнить с титанами Возрождения. Кроме занятий химией, он писал книги по экономике и социологии, конструировал высокоточные приборы, разрабатывал таможенные тарифы, летал на воздушном шаре, исследовал спиритизм, возглавлял рус-

1938. Американская компания «Нортленд» выпускает первый бытовой электрический холодильник.

1939. Швейцарский химик П.Мюллер обнаружил, что ДДТ, синтезированный в 1874 году О.Цейдлером, обладает инсектицидным действием.

1941. М.Калвин установил механизм первичного фотосинтеза.

1953. Фирма «Доу» начала производство мягкой прилипающей пленки для упаковки продуктов.

1956. М.Калвин разработал полную схему фотосинтеза.

1961. А.Бутенандт выделил первый гормон насекомых.

1964. Начало «зеленой революции»: использование новых гибридных растений и жидких питательных растворов для почвы помогло решить проблему продовольствия в развивающихся странах.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

1974. Фирма «Монсанто» начала производство универсального гербицида «раундап», который не требует запахивания в почву.

1990. Пищевые продукты стали обогащать «нутрицевтиками» — витаминами и питательными добавками.



Московский Дом Книги

СЕТЬ МАГАЗИНОВ



КНИГИ

скую метрологию, выступал экспертом на судебных процессах об отравлениях и подделке денег, а также называл себя «волонтером нефтяного дела». Неугомимый путешественник, он провел девять лет за границей.

Ходят слухи, что правительство отправило его за границу, чтобы добыть секрет иностранного пороха. Он был дважды женат, но изменял женам с «любвицей» — наукой. Книга рассказывает о непростых семейных отношениях Менделеева, о его истинной роли в изобретении русской водки и бездымного пороха, и раскрывает суть конфликта с академической средой, в результате которого всемирно признанный ученый не получил на родине звания академика.

Богатство наномира.
Фоторепортаж из глубин вещества
М.: Бином. Лаборатория знаний,
2010.



Эта книга — альбом научных фотографий, полученных с помощью оптической, растровой и просвечивающей электронной микроскопии за последние несколько лет. Фотографии сотрудников химического факультета, факультета наук о материалах МГУ им. М.В.Ломоносова и ИОНХ им. Н.С.Курнакова РАН классифицированы по разделам, отражающим основные области научных интересов авторов данной книги, и все имеют отношение к исследованиям в области нанотехнологий. Отдельная глава, материал для которой предоставлен компанией НТ-МДТ, демонстрирует возможности методов сканирующей зондовой микроскопии..

Генетический паспорт и медицина будущего

Профессор, член-корреспондент РАН
В.С.Баранов

От редакции

Не первое десятилетие идут разговоры о том, что новые ДНК-технологии изменят наше представление о медицине. Масштабные исследования в популяции дадут статистику, которая выявит связь между заболеваниями и определенными вариантами генов. Информация о геноме конкретного пациента поможет определить риски и подобрать индивидуальную программу лечения. Техническая возможность осуществить все эти грандиозные планы должна появиться в самое ближайшее время, хотя, возможно, и не в России. (О том, как развиваются и дешевеют технологии секвенирования — определения последовательности ДНК, см. статью в «Химии и жизни», 2010, № 7.)

За рубежом подобные услуги уже начали оказывать частные компании. Одна из самых известных — калифорнийская «23 and Me» (23 — число хромосом в гаплоидном геноме человека). Ее разработка, позволяющая определить генетическую предрасположенность ко многим заболеваниям всего за 399 долларов, заняла первое место в списке лучших изобретений 2008 года, составленном журналом «Time». В то же время «23 and Me» вместе с другими подобными фирмами осуждают за то, что они агрессивно проталкивают на рынок свои услуги, хотя их выводы и рекомендации пациентам по результатам тестирования не всегда компетентны.

Двадцать четвертого ноября 2010 года на конференции «Молекулярная диагностика» в Москве доклад о перспективах генетической паспортизации в России и в мире сделал **член-корреспондент РАН В.С.Баранов**. Еще в 1987 году он организовал и возглавил Лабораторию пренатальной диагностики наследственных и врожденных болезней Института акушерства и гинекологии имени Д. О. Отта РАН (Санкт-Петербург). В этой лаборатории ведутся исследования по диагностике, профилактике и лечению многих наследственных заболеваний, в том числе гемофилии, миодистрофии Дюшенна, муковисцидоза. Именно здесь появились первые прообразы российских генетических паспортов, и в этом большая личная заслуга Владислава Сергеевича. Мы попросили его объяснить читателям «Химии и жизни», что такое генетический паспорт и какие задачи, стоящие перед медиками, он поможет решить.





Художник Е.Силина



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Начну с цитаты из Френсиса Коллинза, которого я глубоко уважаю и с которым имел счастье быть лично знакомым. Френсис Коллинз — директор Института генетики человека в США, руководитель программы «Геном человека», а летом прошлого года его избрали директором Национального института здравоохранения США. (Главу из книги Ф.Коллинза см. в «Химии и жизни», 2009, № 9. — *Примеч. ред.*) Вот как он рассказывал журналу «Time» о медицине будущего: «У нас будет индивидуализированная превентивная медицинская помощь с персональными оценками риска, полученными на основе анализа ДНК. К этому времени каждый человек будет иметь информацию о полной нуклеотидной последовательности своего генома. Стоимость секвенирования индивидуального генома будет менее 100 долларов. Эта информация будет неотъемлемой частью нашей медицинской карты. Почти все медицинские назначения будут учитывать наши генетические особенности». Это было сказано в 2003 году. В 2009 году, уже будучи директором Национального института здоровья, Коллинз продолжает выделять средства на персонализированную медицину и высказывает уверенность, что информация по геномам окажется полезной для врачей. Для такой уверенности есть серьезные основания.

Проблемами предиктивной, то есть предсказательной, медицины мы занимались с 1993 года, а в 2000-м выпустили первую книгу на эту тему — «Геном человека и гены «предрасположенности»». В этой книге мы представили наши результаты, из которых можно было понять, что такое предиктивная медицина. Мы считаем, что ее основные особенности — индивидуальный характер и профилактическая направленность. Главная задача предиктивной медицины, как следует из самого названия, — выявление высокой наследственной предрасположенности к болезням до появления симптомов, чтобы по возможности предупредить развитие недуга. Ее методическая основа — тестирование генов-маркеров, которых сегодня известно достаточно много и все время появляются новые.

Геном каждого человека

Годом рождения генетического паспорта можно считать 1997-й: именно тогда этот термин впервые прозвучал в моем докладе на школе по генетике в Петергофе. С самого начала мы представляли себе генетический паспорт как индивидуальную базу ДНК-данных, которая отражала бы уникальные генетические особенности человека, его предрасположенность к тем или иным наследственным и мультифакторным заболеваниям. Мультифакторными называют заболевания, которые определяются не одним, а многими генами, в отличие, например, от гемофилии, а также средовыми факторами. Понятно, что изучать и диагностировать такие заболевания не в пример труднее, чем моногенные, то есть определяемые одним геном. Но делать это необходимо, так как большинство опасных болезней относятся именно к мультифакторным.

Каждого человека желательно было бы исследовать на но-

сительство скрытых мутаций, но особенно важно это для супругов, которые планируют заводить детей. Еще одна важная задача — тестирование болезней с поздней манифестацией (проявлением), включая онкологические заболевания. Предотвращать их медицина пока не умеет, но можно рекомендовать пациенту регулярные осмотры, и это позволит удалить новообразование на ранней стадии. Наконец, третье — тестирование человека на его предрасположенность к заболеваниям. По моему мнению, не нужно делать так, как делают частные фирмы на Западе, о которых пойдет речь дальше, — любые анализы по желанию клиента. Образец должен попадать к молекулярному биологу только после того, как пациент побеседует со специалистом по медицинской генетике и будет собран анамнез. Каждый из нас, подумав об ушедших родственниках, вспомнит: дядя страдал от повышенного давления, у бабушки было два инфаркта, у родственников по женской линии были проблемы с почками... Эти данные помогут определиться с первоочередными задачами тестирования. У врачей есть термин — *locus minoris resistentiae*, место наименьшего сопротивления. Обычно он употребляется применительно к сопротивлению инфекции, но это верно и в общем смысле: при стрессе, избыточной нагрузке в организме ломается самое слабое звено, и генетическое тестирование поможет заранее определить его. Однако — и это очень важно — пациенту необходимо знать, что речь идет не о приговоре, а только о повышенной вероятности. Излишне категоричное консультирование не даст ничего, кроме дискредитации молодой науки.

Особый случай — если вы имеете дело с семьей высокого риска. Например, в семье есть несколько детей, и один из них уже болен астмой, или болезнью Крона, или диабетом. Вопрос ставится так: какова вероятность, что следующий ребенок будет болен? В этом случае тестирование родителей и старшего ребенка может оказаться очень информативным. Вообще же, от врачей в этих вопросах требуются не только большая тактичность и внимание. Пациенты после генетического тестирования не должны быть предоставлены сами себе, нужен мониторинг. Раньше в нашей стране была всеобщая диспансеризация, на которую направляли по месту работы, и это в значительной мере способствовало профилактике болезней. Без наблюдения за динамикой, за изменениями в состоянии здоровья генетические тесты будут бесполезными.

Как нам представляется, сегодня любой раздел медицины может и должен включать в себя генетический компонент. Настало время говорить о нутригеномике, которая позволит выработать рекомендации по питанию, наиболее подходящие к индивидуальным особенностям метаболизма пациента, токсигеномике и фармакогеномике, которые предскажут, насколько опасно для него то или иное отравление и какие лекарства в какой дозировке ему следует назначать, а также о спортивной и репродуктивной геномике, психогеномике, кардиогеномике, онкогеномике...

На рисунке читатель видит один из наших проектов — генетическую карту репродуктивного здоровья. В ней использованы не только наши результаты, но и те, что мы почерпнули из литературы. В Институте акушерства и гинекологии было вполне логично взяться за составление генетических карт для новорожденных — мы не называли их паспортами, чтобы не пугать молодых матерей. А «генетическая карта спортсмена» появилась потому, что наших молодых сотрудников, увлекавшихся спортом, живо интересовала проблема: как определить, какие видом спорта лучше заняться тому или иному человеку, где он добьется наилучших результатов?

Крайне важно, чтобы контакт врача и пациента не обрывался после заполнения этих красивых таблиц. Мы постоянно сопоставляем результаты генетического тестирования с

наблюдениями клиницистов, и такое тесное сотрудничество позволяет нам корректировать интерпретации

С тех пор как мы начали обдумывать эти вопросы, прошло достаточно много времени. Слова «генетический паспорт» стали модным брендом, и за изготовление подобных паспортов взялись многие, и в России, и в странах СНГ. Самое время задуматься о том, как это делается в других странах, какие достижения нам по возможности следует перенимать и каких проблем мы могли бы избежать.

Анализ генома по пути на работу

Основных проблем, связанных с генетическим тестированием, три: достоверность результатов генетического тестирования (как ложноотрицательные, так и ложноположительные результаты могут обойтись дорого), выявление всех генов мультифакторного заболевания и, наконец, адекватная интерпретация результатов.

Важным инструментом молекулярной медицины стал метод полногеномного скрининга, или GWAS (Genome Wide Association Studies). Он основан на использовании микрочипов высокой плотности, которые позволяют идентифицировать одновременно до 6 000 000 однонуклеотидных повторов (SNP, или «снипов»). Такие чипы изготавливают фирмы «Affimetrix» и «Illumina». Говоря коротко, анализ с помощью чипов показывает, какие ключевые однобуквенные замены присутствуют в геноме конкретного пациента, а благодаря этому — какие именно генные варианты (аллели), интересующие медиков, присутствуют в этом геноме. Тот же метод позволяет отслеживать вариации числа копий генов. Он (пока еще?) дешевле полного секвенирования генома и в то же время дает достаточно информации. При помощи GWAS к 2010 году были просканированы более 300 мультифакторных заболеваний, идентифицированы десятки новых генов-маркеров.

Сейчас успешно внедряют в клинику фармакогенетические тесты для оптимизации дозировки варфарина, тиопурина, цитостатиков и других препаратов. Например, варфарин — эффективный противосвертывающий препарат. Однако есть люди, в организме которых из-за особенностей метаболизма накапливаются слишком большие концентрации варфарина, и это ведет к множественным кровоизлияниям. Подобных неприятностей можно избежать, если перед назначением проводить генетическое тестирование. Кроме того, созданы микрочипы на гены, ассоциированные с гипертрофической кардиомиопатией, известны гены-кандидаты инсульта и их полиморфизмы. Исследователи ищут генетические подходы и ко многим другим заболеваниям, таким, как болезнь Крона, ожирение, бронхиальная астма, остеопороз, онкологические заболевания.

В числе крупнейших событий геномики человека с 2001 года (когда был получен «черновой» вариант генома) можно назвать появление чипов BeadLabs от «Illumina», результаты международного проекта HapMap, задачей которого было исследование групп однонуклеотидного полиморфизма, то есть тех самых «снипов» (2005), и первые работы по полногеномному скринингу (2006—2007). Геном человека теперь насыщен «реперными точками», по которым можно сравнивать больных людей со здоровыми и таким образом определять, какие гены участвуют в заболевании. Метод GWAS решил, по крайней мере, две проблемы: обеспечил идентификацию практически всех генов и достоверность результатов. Поскольку скрининг проводился на тысячах больных и здоровых людей, как правило, достоверность очень высока.

Соединенные Штаты в этой области значительно опередили нас (подробности можно увидеть на <http://www.genome.gov/GWASudies/>). Получены данные по геномам

кандидатам для нескольких сотен заболеваний, и их число постоянно растет. По состоянию на 2010 год в США проводилось тестирование наследственной предрасположенности для 213 заболеваний. В их число входят рак толстого кишечника, легких, молочной железы, простаты, диабет второго типа, глаукома, инфаркт, рассеянный склероз, ожирение, дегенерация сетчатки, тромбофилия и др.

Как уже говорилось, на Западе существует множество фирм, оказывающих услуги по выявлению распространенных мультифакторных заболеваний. Это прежде всего «23 and Me», «deCODEme», «Navigenetics», «GeneEssence» «Pathway Genomics». Последняя из них не случайно выбрала такое название. Она организовала обслуживание таким образом, что сдать анализ желающие могут действительно «по пути»: приобрести в почтовом киоске специальный конверт, заполнить анкету, оплатить счет, взять у себя образец (например, мазок с внутренней стороны щеки), поместить материал в конверт, отправить и ждать результата.

Однако эти простота и легкость не всегда хороши. Во-первых, пациент за свои деньги получает информацию, которую он не в состоянии адекватно воспринять из-за нехватки знаний. Скажем, очень ли страшно, что риск такого-то типа рака у него на столько-то процентов выше среднего в популяции, или нужно в первую очередь обратить внимание на предрасположенность к чему-то менее зловещному, например ожирению? Во-вторых, различные фирмы, к возмущению пациентов, могут давать разные выводы и рекомендации, исследовав один и тот же геном. Причин этому несколько: различия в оценках средних величин риска неблагоприятных аллелей, различный выбор маркеров для тестирования и математических методов для обсчета. В США уже думают над тем, что все эти методы следует стандартизовать и следить за соблюдением стандартов. Организуются специальные центры по оценке качества генетического тестирования.

Знать и не бояться

Я был поражен и обрадован, прочитав в мае этого года статью в журнале «Lancet» (2010, т.375, с.1525—1535). В статье описано исследование, которое дает ясное представление о том, как должна работать предиктивная медицина. В качестве добровольца выступил один из соавторов статьи, 40-летний профессор Стивен Квейк из медицинской школы Стэнфордского университета. Его геном полностью секвенировали (на это ушло 50 тысяч долларов), провели скрининг на 55 мультифакторных заболеваний, а также фармакогенетические исследования. Индивидуальные риски для Стивена рассчитали, умножая популяционные риски по каждой болезни — с учетом возраста, пола, расы, данных анамнеза — на коэффициент соотношения шансов для гена-кандидата, ассоциированного с этой болезнью. Выяснилось, что у Стивена — при его конкретном генотипе — почти на 40% повышен риск ожирения, увеличены также риски инфаркта миокарда, диабета второго типа, депрессии, а вот вероятность болезни Альцгеймера даже снижена по сравнению со «средней по палате».

Сам Стивен впоследствии признавался, что эти результаты стали для него серьезным стрессом. С одной стороны, кто предупрежден, тот вооружен. С другой стороны — многие на его месте предпочли бы остаться в неведении. Британский биохимик Пол Нерс, лауреат Нобелевской премии 2001 года, говорил об опасности «генетического апартеида», о неконтролируемом страхе перед генетическим детерминизмом. Генетическое тестирование может вызывать душевные травмы — в особенности там, где люди плохо знакомы с основными постулатами генетики. В последующих дискуссиях обсуждали и переживания пациента, у которого выявили «пло-



хой» ген, и возможные проблемы с работой и страховкой. Кроме того, одно дело — «гены диабета», другое — «гены склонности к наркомании» или «асоциальности». Человек, которому объявят, что у него нашли такие гены, окажется в положении героев «Повести о Ходже Насреддине», которым приказали не думать о голой обезьяне. Даже если ему все объяснят про вероятности — убеждение, что он «генетически обречен» на алкоголизм, может иметь самые фатальные последствия.

На самом деле едва ли существуют гены, которые безальтернативно делают своего носителя алкоголиком. Вообще говоря, один из постулатов генетики состоит в том, что за исключением мутаций, которые грубо нарушают функцию продукта гена и ведут к моногенным болезням, — не существует «плохих» вариантов генов. Моя дочь (Елена Баранова, член Американского общества генетики человека, президент Европейского института индивидуальной профилактики. — *Примеч. ред.*) говорит, что гены человека нельзя делить на «плохие» и «хорошие». На всякий плюс есть свой минус, и наоборот.

Вот простой пример: приблизительно половина человечества мутантна по одному из генов системы детоксикации, еще 20% мутантны по другому гену детоксикации, таким образом, у 7—10% людей неактивны оба этих гена. Этим людям лучше не работать на лакокрасочных производствах и вообще поменьше иметь дела с химически активными веществами. Но зато медикаментозное лечение у них проходит значительно лучше: лекарства в их организме уничтожаются медленнее и эффективность лечения, как правило, выше, чем у людей с нормальной системой детоксикации. Кстати, мы совместно с сотрудниками Института молекулярной биологии им. В.А.Энгельгардта разработали чип для тестирования по системе детоксикации — он применяется для того, чтобы предсказать особенности метаболизма лекарственных препаратов в организме пациента.

Если отбор миллионы лет сохраняет некий вариант гена, который мы можем назвать «плохим», то резонно предположить, что в какой-то ситуации этот ген полезен. Отсюда возникает эффект так называемого гетерозиса — преимущества гетерозиготных носителей мутации по сравнению с гомозиготами (то есть таких, у которых один из двух генов «плохой», другой «нормальный»). Именно так обстоит дело с серповидноклеточной анемией — гетерозиготы по этому гену устойчивы к малярии. Другой хорошо известный пример — муковисцидоз, тяжелейшее заболевание, и самая частая из всех наследственных болезней в Европе (у нас он встречается не сколько реже). Так вот, гетерозиготы по этому гену реже заболевают холерой: у них изменен водно-солевой обмен. Страшные эпидемии холеры в Европе фактически вели отбор на муковисцидоз.

В свое время мы исследовали мутацию в гене рецептора лимфоцитов CCR5. Оказалось, что эта мутация определяет чувствительность человека к ВИЧ-инфекции. Мы нашли, что 25% русских гетерозиготны по этой мутации, причем, напри-

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КАРТА РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ

(2)
Кариотип

(1)
Медико-генетическое
консультирование
супружеской пары

(3)
Диагностика
гетерозиготного
носительства:

- Муковисцидоз;
- Миодистрофия Дюшенна;
- Гемофилия А;
- Фенилкетонурия;
- Адено-генитальный синдром;
- Спинальная мышечная атрофия.

(4)
СВЕДЕНИЯ О
СУПРУГЕ:

1. Кариотип (2);
2. Тесты на гетерозиготное носительство мутаций наиболее частых моногенных болезней (3).

**КОНСУЛЬТАЦИИ ГЕНЕТИКА И АКУШЕРА;
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ ВРАЧА И БЕРЕМЕННОЙ,
ВЫРАБОТКА ТАКТИКИ ВЕДЕНИЯ БЕРЕМЕННОСТИ,
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

(5)

**Тестирование наследственной
«предрасположенности»**

Тромбофилия: FV, MTHFR, PAI-1, PLAT, GPIIIa, Pr, Fb (7)

Гестозы: GSTP_i, PAI-1, TNF- α , eNOS, ACE, PON, GP-IIIa, HLA-G, GSTV-1, mEPHX (10)

Привычное невынашивание: GSTM1, GSTT1, GSTP_i, DRB1, DQA1, DQB1, MTHFR (7)

Диабет первого типа: HLA DR и DQ (DR3 и DR4), Mic-A, VDR3, CTLA4 (6)

Диабет второго типа: DQB1, ACE, TNF- α , PRARA, PRARD, TCF7L2

Эндометриоз: GSTT1, GSTM1, CYP19 miEPOX, NAT-2, TNF- α , IL4R, CYP1A1 (8)

Остеопороз: VDR3, COL1A1, CALCR, ER - 1 (4)

Бронхиальная астма: GSTT1, GSTM1, TNF- α , IL4, IL4R, Nos1 (6)

**Нерасхождение хромосом
в мейозе и дефекты зародка
нервной трубки:** MTHFR, MTRR (2)

Вот как может выглядеть генетический паспорт, или карта — в данном случае результат консультирования супругов, планирующих завести ребенка. Мы намеренно не поясняем каждый пункт: кое-что читатели «Химии и жизни» поймут без комментариев, а остальное убедит их, что врачам XXI века будут необходимы фундаментальные знания по медицинской генетике

мер, ни у одного грузина мы ее не обнаружили. (Дальше с этой мутацией была целая история, ее возникновение и распространение изучали многие научные группы в разных странах.) Казалось бы, наконец-то мы видим бесспорно полезную мутацию. Но потом выяснилось, что гепатиты В и С у ее носителей протекают значительно более жестко и вероятность цирроза печени у них куда выше. Трудно найти более убедительный аргумент против концепции «плохих и хороших генов».

Геном или паспорт?

К сожалению, в России предиктивная медицина появится не сегодня и не завтра. Начнем с того, что термин «генетическая паспортизация» можно понимать по-разному. Для российских руководящих органов он означает установление своего рода индивидуального генетического номера. Именно об этом идет речь в постановлении правительства, которое вышло в феврале этого года. Чтобы получить такой номер, берут шесть-семь генов с высокой полиморфностью, то есть разнообразием аллелей. Это разнообразие можно будет записать в виде ряда двузначных чисел, каждое из которых — «номер» аллеля, найденного у данного человека в определенном локусе. Получится двенадцатизначное или четырнадцатизначное число. В отличие, например, от ИНН, оно не случайно сгенерировано и соответствует геному человека, от-

ражает его характерные и неизменные признаки. И это действительно важно — например, для опознания тел погибших в катастрофе или в «горячих точках», для идентификации преступников. Но даже это пока делается бесплатно только преступникам, совершившим тяжкие и особо тяжкие преступления, а всем остальным гражданам — по их желанию и за их собственные деньги.

Однако такой номер был бы лишь малой частью медицинского генетического паспорта. А проблемы медицинской генетики интересуют тех, кто принимает решения, по-видимому, гораздо меньше. У нас нет унифицированных банков ДНК с точными диагнозами по социально значимым заболеваниям, да и вообще ДНК-банков очень мало. А чтобы вести такие расчеты, которые делались для Стивена Квейка, необходимы данные по тысячам пациентов. У нас практически нет центров для проведения полногеномного скрининга. (Те результаты, которые есть, получены в основном другими методами.) Российские врачи очень слабо подготовлены в области медицинской генетики и предиктивной медицины. Нет и компьютерных программ для оценки риска и результатов генетического тестирования. Наконец, отсутствует проспективное генетическое тестирование наследственной предрасположенности.

Отсюда следует, что нам нужно работать над созданием репрезентативных банков образцов ДНК больных, по каждому частному мультифакторному заболеванию. Если, например, пульмонологи или кардиологи начнут такую работу — пускай эти образцы станут побочным продуктом, но эти усилия окупятся сторицей. Когда же такие коллекции будут созданы, необходимо протестировать на них главные гены-кандидаты, выявленные ранее. Необходимо также сопоставить панели генов мультифакторных заболеваний, которыми

пользуются у нас, с теми, что получены методом GWAS в Западной Европе и США. Наконец, нужны российские центры по внедрению в практику этого метода.

Я не раз слышал такой аргумент: зачем нужен генетический паспорт, если скоро будет доступен полногеномный сиквенс? Действительно, стоимость секвенирования генома человека стремительно снижается. Речь давно уже не идет о миллионах долларов: в 2010 году один геном можно было прочитать за 1500 долларов, а к 2015 году цена вопроса, согласно прогнозам, составит 100 долларов. Но я, как человек с медицинским образованием, могу сказать уверенно: нуклеотидная последовательность генома больного — это далеко не все, что необходимо. Уже сейчас я, когда читаю лекции, пугаю студентов тем, что к ним пойдут больные, которые вместо истории болезни будут предъявлять диски или флэшки со своими геномами. Понятно, что эта информация не вызовет у терапевта, хирурга, офтальмолога ничего, кроме ужаса. Конечно, не вредно знать весь геном, никогда не знаешь, что пригодится при лечении, однако для практических целей важнее знать слабые и сильные стороны генома: скрытые мутации, комбинации генов, полиморфизмы, которые могут выразиться в том или ином заболевании. Причем программное обеспечение должно предъявлять результат в самом элементарном виде: один щелчок мышью — генетические особенности пациента, другой щелчок — риски в процентном отношении, рекомендуемые меры профилактики и лечения. Известный американский молекулярный генетик Джордж Черч, автор метода полонисеквенирования (и, кстати, один из соавторов исследования генома Стивена Квейка), назвал свою знаменитую статью «Каждому по геному». По моему мнению, к геному необходимо добавить его интерпретацию, то есть генетический паспорт.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Итак, мы уже сегодня имеем право утверждать, что союз медицины и геномики дал начало персонифицированной предиктивной медицине. Ее отличает в первую очередь индивидуальная и профилактическая направленность. Любые биохимические, функциональные, серологические и другие анализы информируют только о текущем состоянии организма в данный момент. Генетические же тесты позволяют проникнуть в долгосрочную наследственную программу каждого организма, его развития в норме и в патологии. Основой предиктивной медицины будущего станет генетический паспорт — банк индивидуальных ДНК-данных. А залогом прогресса предиктивной медицины должен стать тесный творческий союз между генетиками и клиницистами.

Что еще можно почитать о предиктивной медицине и генетической паспортизации

В.С.Баранов, Е.В.Баранова, Т.Э.Иващенко, М.В.Асеев.

Геном человека и гены «предрасположенности». Введение в предиктивную медицину. СПб., «Интермедика», 2000

Генетический паспорт — основа индивидуальной и предиктивной медицины. Под редакцией **В.С.Баранова**. СПб., издательство «Н-Л», 2009.



Московский Дом Книги

СЕТЬ МАГАЗИНОВ



Ричард Докинз

Расширенный фенотип:
длинная рука гена
М.: Астрель, Corpus,
2010



Ричард Докинз — крупный британский биолог, автор теории мемов. Благодаря ясности изложения, юмору и железной логике даже строго научные труды Докинза доступны широкому кругу читателей. В «Расширенном фенотипе» автор развивает идеи, высказанные в его знаменитой книге «Эгоистичный ген» — эволюцию и естественный отбор он рассматривает с точки зрения конкуренции генов. Этот подход, сначала вызвавший бурную полемику, сегодня прочно вошел в научный обиход, а «Расширенный фенотип» по праву считают одной из важнейших книг в современной эволюционной биологии. Блестящие книги Докинза сыграли огромную роль в возрождении интереса к научно-популярной литературе..



КНИГИ

Джон Уоллер

Правда и ложь в истории
великих открытий
М.: Колибри, Азбука-Аттикус,
2011



В истории науки множество мифов. Их герои, великие ученые — настоящие рыцари чести, бескорыстные, благородные, жертвующие во имя науки всем, что у них есть. Но насколько мифы соответствуют истине? Известный английский историк науки Джон Уоллер, опираясь на исследования современных ученых, рассказывает, как на самом деле совершались великие открытия. Перед читателем разворачиваются человеческие драмы, борьба идей, амбиций и честолюбий. И это не менее увлекательно, чем самые необыкновенные мифы.



Нанозолотая лихорадка

Доктор
биологических наук
Л.А.Дыкман,
доктор химических наук
С.Ю.Щеголев

Золото — это не только драгоценный и самый химически инертный металл. Сегодня препараты, содержащие золото, применяют в иммунодиагностике, диагностике рака, туберкулеза и других болезней, лечении опухолей и артритов. В XXI веке ученые продолжают открывать все новые свойства этого, казалось бы, хорошо изученного металла.

Квинтэссенция золота

Золото — один из первых открытых человеком металлов: история его изучения насчитывает как минимум несколько тысяч лет. Первые сведения о коллоидном золоте можно найти в трактатах китайских, арабских и индийских ученых, которые уже в V—IV веках до нашей эры получали коллоидное золото и использовали его, в том числе как лекарство (китайский «золотой раствор», индийское «жидкое золото»). Филипп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм, более известный как Парацельс, описывал терапевтические свойства квинтэссенции золота — «quinta essentia auri», — полученной им восстановлением хлорида золота спиртовыми или масляными растительными экстрактами. Он использовал «питьевое золото» для лечения некоторых психических заболеваний, сифилиса, а его со-

временник Джованни Андреа применял «aurum potabile» при проказе, язве, эпилепсии, диарее. Врач французского короля Людовика XIII, алхимик Давид де Плани-Кампи, в 1583 году рекомендовал для продления жизни свой «эликсир долголетия» — коллоидный раствор золота в воде и опубликовал книгу «Трактат об истинном, непревзойденном, великом и универсальном лекарстве древних, или же о питьевом золоте, несравненной сокровищнице неисчерпаемых богатств».

С середины XVII века благодаря работам немецкого алхимика Иоганна Кункеля коллоидное золото начали использовать для производства красных «рубиновых» стекол (рис. 1), а также для росписи по стеклу, эмали и фарфору (красящий раствор называли касиев пурпур — по имени Андреаса Кассия, стекловаара из Гамбурга).



2
Золи золота, синтезированные Фарадеем, из коллекции лондонского Королевского института

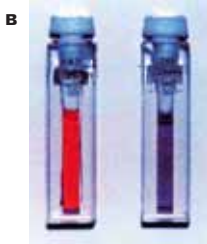
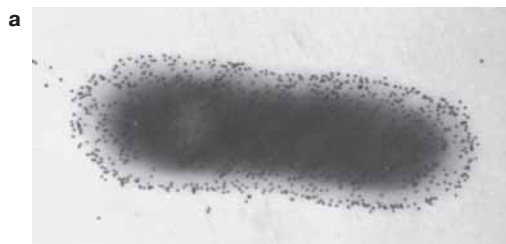
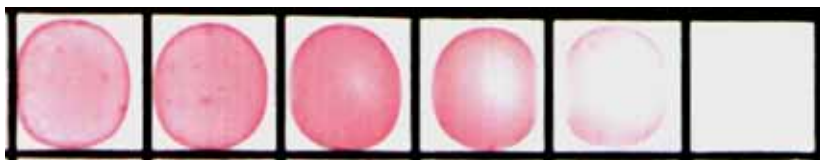
В 1857 году вышла статья Майкла Фарадея «Экспериментальные данные о взаимоотношениях золота (и других металлов) со светом», которая стала основополагающей научной работой, рассказывающей о способах синтеза и свойствах коллоидного золота. В этой статье Фарадей впервые описал, что золотые частицы слипаются в присутствии электролитов, а также то, что этому препятствуют желатин и другие высокомолекулярные соединения. Приготовленные им растворы коллоидного золота хранятся в лондонском Королевском институте и сегодня (рис. 2).

В конце XIX — начале XX века коллоидным золотом занимался австрийский химик и нобелевский лауреат Рихард Жигмонди. Это было тщательнейшее исследование, которое он опубликовал до мельчайших подробностей — вплоть до вкусовых качеств золотых зелей с частицами разных размеров. Он описал, как получить такие коллоиды, и перечислил их важнейшие физико-химические и оптические свойства.

Жигмонди знал, что частицы золота в коллоидном растворе заряжены отрицательно, поэтому предположил, что именно это — причина устойчивости золя. Ведь одинаково заряженные частицы отталкиваются. При добавлении в коллоидный раствор соли, катионы отчасти нейтрализуют поверхностный заряд частиц, из-за чего они слипаются и коллоид осаждается.

Классические эксперименты с коллоидным золотом и исследование его свойств проводил еще один нобелевский лауреат, Теодор Сведберг, а также многие другие

6



3

Традиционные методы применения коллоидного золота в иммунохимии:

а — электронная микрофотография бактериальной клетки, меченной комплексом антител с коллоидным золотом. Черные точки вокруг клетки — это и есть золотые наночастицы;

б — красные пятна — это результат специфического взаимодействия комплекса коллоидного золота с антителами с антигеном, фиксированным на твердой подложке (dot-анализ);

в — иммуноанализ на частицах золя.

Обычный цвет комплекса золота с антителами — красный, если же в систему добавить антиген, то частицы слипаются и раствор синее.

ученые. Сегодня самый распространенный способ синтеза коллоидного золота — восстановление с помощью цитрата натрия. Оптические же свойства сферических металлических частиц рассчитывают, используя теорию Густава Ми (его работа была опубликована в 1908 году). Эту теорию до сих пор применяют в оптических исследованиях самого широкого круга объектов: от атмосферы и океана до бактериальных суспензий, взвесей микро- и наночастиц различной природы.

В середине XX века коллоидное золото оказалось превосходным объектом для исследования механизма агрегации (слипания) и стабилизации коллоидов в аналитической химии, в геомикробиологии и геобиохимии, в фотографии. Продолжались попытки применить коллоидное золото в медицине. В 1880 году был разработан способ лечения алкоголизма с помощью внутривенного вливания коллоидного раствора золота (это называлось gold cure). В 1927 году коллоидное золото предложили использовать для облегчения страданий неоперабельных раковых больных, потом придумали способы лечения ревматоидного артрита. Коллоидное золото применяли для изучения транспорта веществ в клетку путем эндоцитоза, для доставки генетического материала в клеточное ядро с помощью «генной пушки». Коллоидные растворы изотопа золота ^{198}Au (период

полураспада 65 часов) успешно использовали в онкологической практике (об этом, в частности, упоминается в романе А.И.Солженицына «Раковый корпус»).

Революция в иммунохимии

Несмотря на такую богатую предысторию, «революция в иммунохимии», связанная с использованием частиц золота, произошла только в 1971 году, когда британские исследователи Пейдж Фолк и Малколм Тейлор опубликовали статью «Имуноколлоидный метод для электронного микроскопа». В ней они описали, как связать антитела с коллоидным золотом, чтобы можно было увидеть в электронном микроскопе поверхностные антигены сальмонелл. Антитела — это специфические молекулы белковой природы, которые синтезируются в организме в ответ на проникновение любого вещества (антигена), воспринимаемого им как генетически чужеродное. Если добавить в коллоид антитела, то они хорошо адсорбируются на отрицательно заряженной поверхности золотых частиц и стабилизируют систему. Теперь она готова к определению молекул-мишеней (антигенов и других). Ведь антитело избирательно связывается с антигеном, а если первый из них связан с золотом, то последний становится хорошо виден.

За 40 лет, прошедших с момента выхода статьи Фолка и Тейлора, было предложено множество вариантов использования иммунозолотого метода в биохимических, микробиологических и молекулярно-генетических исследованиях с помощью узнающих биомолекул — антител, лектинов, ферментов и др. Помимо традиционной области — просвечивающей электронной микроскопии, — коллоидное золото стали широко применять в сканирующей электронной, световой, зондовой микроскопии, а также в твердофазном анализе, проточной цитометрии, иммунодиффузии, иммунопреципитации, количественном анализе белков и др. (рис. 3).



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Что же привлекает исследователей в золотом маркере? Прежде всего, его универсальность, то есть возможность использовать маркер одного и того же типа в различных иммунных анализах. Кроме того, «золотые» методы зачастую чувствительнее, проще, быстрее и дешевле других — например, того же иммуноферментного анализа, в котором о наличии и концентрации определяемого вещества судят по цветной реакции, проводимой ферментом.

Почему именно золотые метки так удобны? Благодаря тому что золотосодержащие маркеры имеют характерное поглощение и интенсивную красную окраску, можно легко наблюдать изменение цвета раствора в пробирке, препарата под микроскопом или регистрировать изменение спектра. Кроме того, можно получать однородные золи золота с разными размерами частиц, а потому одновременно существует возможность определять два и даже больше типов биомолекул. Наконец, размеры золотых частиц после проведения иммунохимической реакции можно увеличить с помощью солей серебра или золота, и это существенно повышает чувствительность метода.

Сегодня, кроме «классического» коллоидного золота с почти сферическими частицами (наносферами), начали использовать и частицы цилиндрической формы — наностержни, а также нанооболочки, наноклетки (это полые внутри нанокубики, покрытые золотом), нанозвезды и другие типы частиц. Все подобные частицы благородных металлов объединяют названием плазмонно-резонансные наночастицы (рис. 4), но о них чуть ниже.

Биоспецифические взаимодействия, приводящие к тому, что оптические свойства наночастиц-носителей меняются при реакции с биомолекулами, можно отнести к сравнительно новой отрасли науки — биосенсорике. В ряду таких биосенсоров коллоидное золото занимает особое место, ведь оно может быть и «меткой» в сенсорном устройстве, и инструментом в молекулярно-биологических исследованиях *in vitro*, *in situ* и *in vivo*. Золотые частицы биосовместимы и малотоксичны, и это выгодно их отличает, например, от высокочувствительных меток на основе квантовых точек, в состав которых входят тяжелые металлы.

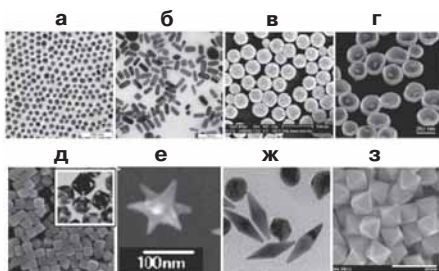
Плазмонный резонанс

Теперь мы объясним, почему наночастицы благородных металлов называют плазмонно-резонансными. Это важно, поскольку объясняет внутреннюю физическую сущность коллоидов золота, о которых идет речь в этой статье.

Золотые наночастицы — это в большинстве случаев металлические кластеры (от лат. cluster — гроздь). Иначе говоря, образования, в которых число атомов варьирует от единиц до десятков и сотен тысяч. Кластеры занимают промежуточное место между отдельными атомами и твердыми телами и проявляют специфические свойства, отличные от тех и других. Физические характеристики кластеров сильно зависят от того, из каких атомов они состоят и сколько их. И чем их больше, тем сильнее (начиная с определенного размера) кластер становится похож на твердое тело.

Особые свойства кластеров связывают с особенностями их электронной структуры, которую открыли в 1993 году — это можно считать началом современного этапа развития физики металлических нанокластеров. Именно тогда экспериментально доказали, что у многоатомных кластеров есть оболочечная электронная структура, которая во многом напоминает такую же структуру атомов. Тогда же электронные оболочки кластеров описали теоретически, причем исходили из того, что валентные электроны металла могут покидать свои атомы (делокализовываться) и образовывать зону проводимости. Оказалось, что именно благодаря этим обобществленным электронам образуется необычная энергетическая структура кластера. Более того, их поведение определяет большую часть их необычных «коллективных» свойств.

Делокализованные электроны определяют не только структуру кластера, но и то, как он ведет себя при взаимодействии с внешними полями. Например, обнару-



4
Различные типы плазмонно-резонансных наночастиц: золотые наносферы (а), золотые наностержни (б), золотые наноболочки на ядрах диоксида кремния (в), золотые наночаши (г), серебряные нанокубики и золотые наноклетки (вставка) (д), золотые нанозвезды (е), золотые бипирамиды (ж), серебряные октаэдры (з)

жилось, что при взаимодействии с электромагнитным полем в спектрах поглощения наблюдаются гигантские максимумы — резонансы. Они появляются потому, что возбуждаются коллективные колебания электронной системы — аналогичные тем, что возникают у электронного газа в плазме и макроскопических металлических телах. Такие колебания называют плазмонными, а резонанс — поверхностным плазмонным резонансом. Причем амплитуда и частотный диапазон плазмонного резонанса в кластерах отличаются от тех, что наблюдаются в макроскопических кристаллах.

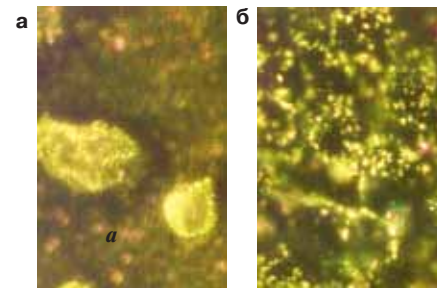
Именно эти свойства металлических нанокластеров дали возможность создать биосенсорные системы, которые преобразуют биоспецифические взаимодействия в оптический сигнал. Поскольку на спектр частиц или их агрегатов влияют размер и форма, расстояние между ними, а также свойства их окружения, это позволяет управлять «настройкой» таких сенсоров.

Золотая наномедицина

Сегодня золотые частицы применяют в очень многих медико-биологических исследованиях — геномике, биосенсорике, иммуноанализе, клинической химии, детекции и фототермолизе микроорганизмов и раковых клеток, адресной доставке лекарств и антигенов, оптическом биоимиджинге, мониторинге клеток и тканей и т. п. Приведем только самые яркие примеры.

Очень популярны золотые наночастицы в диагностике рака, болезни Альцгеймера, СПИДа, гепатита В, туберкулеза и диабета. Так, в последние годы исследователи из Технологического института штата Джорджия под руководством профессора Мустафы Эль-Сайеда разработали новый метод простой и надежной диагностики и терапии онкологических заболеваний. Принцип диагностики основан на том, что специфичные к опухолям антитела и частицы золота связываются с поверхностью раковых клеток и фактически «картографируют» раковую опухоль с точностью до нескольких клеток (рис. 5).

В дальнейшем эта же группа ученых разработала новый метод избирательного повреждения клеток-мишеней. Золотые частицы нагревают короткими лазерными импульсами, чтобы локализованно повредить раковые клетки. Метод фототермической терапии напоминает фотодинамическую лазерную терапию, но основан исключительно на поглощении света и не требует фотохимически активных соединений. И золото, в отличие от фотосенсибилизаторов, может оставаться устойчивым и инертным в клетках очень долгое время. Гибель клеток после облучения лазерными импульсами можно хорошо контролировать и осуще-



5
Опухолевые (а) и здоровые (б) клетки, определенные с помощью золотых частиц с антителами к эпидермальному фактору роста

ствлять процесс в очень мягком режиме.

То, как взаимодействует свет с золотыми частицами, исследовали с помощью микроскопии с наносекундным разрешением. Оказалось, что гибель раковых клеток сильно зависит от размера и формы частиц. Исследователи из университета Райса под руководством профессора Наоми Халас с успехом используют для фототермической терапии золотые наноболочки на двуокиси кремния, ученые из Вашингтонского университета во главе с профессором Юань Сяем — золотые наноклетки, а группа Кэтрин Мерфи из Иллинойского университета — наностержни. Выбор именно этих объектов (наностержней, наноболочек и наноклеток) для фототермической терапии не случаен и связан с их оптическими свойствами. Максимум их плазмонного резонанса расположен в диапазоне 700—900 нм, в котором находится «окно прозрачности» биологических тканей для лазерного излучения. Этот же метод взял на вооружение профессор Сиднейского технологического университета Майкл Кортье для фототермолиза устойчивых к антибиотикам клеток бактерий и простейших. Помимо лазерного излучения, для термической деструкции раковых клеток используют радиоизлучение.

Золотые наночастицы все активнее применяют не только для диагностики и фототермолиза клеток, но и непосредственно в терапевтических целях. В частности, группа исследователей под руководством Лоуренса Тамаркина (Мэрилендский университет) описывает, как они применяли коллоидное золото в качестве носителя для доставки фактора некроза опухоли (ФНО) к раковым клеткам мышей. После внутривенной инъекции золотых наночастиц с ФНО, это соединение быстро накапливается в клетках опухолей, но при этом его не обнаруживают в здоровых органах животных (печени, селезенке и других). Накопление золотых наночастиц в опухоли легко контролировать — она окрашивается в яркий красно-фиолетовый цвет, характерный для коллоидного золота (рис. 6). Вектор «коллоидное золото-ФНО» менее токсичен и более эффективен при

уничтожении опухоли, чем чистый ФНО, поскольку для этого нужны более низкие дозы лекарства. Лекарственный препарат AurImmune™ (золотые наночастицы с ФНО) для внутривенного введения уже прошел вторую стадию клинических испытаний.

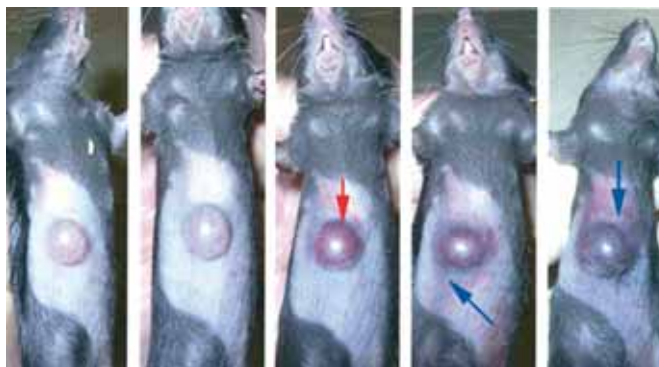
Сегодня золотые наночастицы предлагают использовать также для адресной доставки инсулина, антибиотиков. Более того, в последние годы у самих золотых наночастиц обнаружена способность замедлять рост опухолевых клеток. У нас диагностикой и терапией с помощью наночастиц благородных металлов занимаются, например, в Саратове — коллективы под руководством профессора Н.Г.Хлебцова и доктора биологических наук В.А.Богатырева в Институте биохимии и физиологии растений и микроорганизмов (ИБФРМ) РАН в тесном сотрудничестве с коллегами из Саратовского университета (профессор В.В.Тучин) и Саратовского медицинского университета (доктор биологических наук Г.С.Терентюк).

Золотой иммунитет

А еще в ИБФРМ РАН разработали методику повышения иммунного ответа с помощью золотых частиц. Антитела — прекрасный инструмент для иммунохимических анализов, но природа придумала эти инструменты для другого — они обеспечивают иммунный ответ. Напомним, что они обладают способностью избирательно связываться с антигенами. Считается, что иммунная система млекопитающих способна распознать примерно 10^{26} различных антигенов!

Тем не менее многие виды биологически активных молекул (витамины, гормоны, антибиотики, наркотики и другие) имеют относительно низкую молекулярную массу и, как правило, вызывают слабый иммунный ответ. Когда необходимо получить специфичные антисыворотки к этим веществам или просто обнаружить их, организм обманывают с помощью стандартного приема: присоединяют такие вещества к высокомолекулярным носителям (чаще всего белкам). Однако полученные по такой методике антисыворотки обычно содержат и сопутствующие антитела к носителям.

В ИБФРМ РАН предложили получать антитела, присоединяя «незаметные» антигены к коллоидному золоту. В этом случае антигены адсорбируются непосредственно на поверхности наночастиц золота без дополнительных связующих реагентов. Если иммунизировать животных соединениями коллоидного золота с антигеном, то получают специфичные антитела с высоким титром, но без балластных антител. Более того, опыты на кроликах, крысах и мышах показали, что при такой методике нужна более низкая доза антигена.



6
Накопление комплекса золотых наночастиц с фактором некроза опухоли в опухоли через 1–5 ч. Красные стрелки показывают, как препарат накапливается в опухоли; синие — в окружающих тканях

Оказалось, что золотые наночастицы действуют не только как носитель, но и как адъювант (то есть вещество, усиливающее иммунный ответ при введении одновременно с антигеном). Золотые наночастицы с адсорбированными на них антигенами активируют Т-клетки, и их становится в десять раз больше, чем если добавить чистый антиген. Образующиеся Т-клетки активируют макрофаги, которые уничтожают «врага», проникшего на территорию. Фактически возможно направленно действовать на Т-клетки, а значит, вероятно, и разработать новое поколение вакцин. И это, наверное, самый интересный аспект проявления иммуногенных свойств коллоидного золота.

Точный механизм действия золотых наночастиц на иммунную систему животных все-таки еще не разгадан, и этим активно занимаются сейчас в ИБФРМ РАН.

Не все то золото...

Не одно столетие золото пытаются вводить в организм самыми разными способами (в том числе, и внутривенно). Естественно, очень важно узнать, как оно распределяется в органах и тканях, как циркулирует в кровяном русле и выводится из организма. А заодно — насколько токсичны золотые коллоиды на уровне целого организма или клетки. Надо отметить, что данные по распределению и токсичности золотых частиц до сих пор были довольно скудными и противоречивыми. Но в последние три-четыре года ситуация меняется — в этой области произошел настоящий взрыв исследовательской активности. Поскольку многие группы начали свои проекты независимо, дизайны экспериментов самый разнообразный — размеры и форма частиц, разные животные, дозы и способ введения частиц и прочее. Соответственно пока разнятся данные по распределению и токсичности. Однако уже сейчас можно сделать некоторые предварительные выводы.

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Во-первых, печень и селезенка — основные мишени для накопления золотых наночастиц размером 10–100 нм, причем чем меньше частицы, тем равномернее они распределяются. Концентрация частиц в крови снижается быстро, но потом они три-четыре месяца остаются в этих органах. Происходит это из-за особенностей работы гепатобилиарной системы (печени и желчного пузыря). Следовательно, вопрос о дозах и возможных воспалительных процессах исключительно важен. Во-вторых, по уже полученным данным можно предположить, что наночастицы меньше 15–20 нм проникают через гематоэнцефалический барьер (физиологический барьер между кровеносной и центральной нервной системой). В-третьих, золотые наночастицы размером 1–2 нм, возможно, более опасны, чем крупные, поскольку необратимо связываются с биополимерами клеток. Впрочем, это пока лишь предположение: многочисленные эксперименты на клеточных культурах не выявили заметной токсичности коллоидных частиц 3–100 нм, если их доза не превышала 10^{12} частиц/мл. В экспериментах *in vivo* данные немногочисленны и несколько противоречивы.

Конечно, интересному и очевидно перспективному направлению исследований необходима скоординированная программа. Она помогла бы выявить четкую связь между параметрами частиц (размер, форма, их соединения с различными молекулярными зондами), параметрами эксперимента (модель, дозы, способ и схема введения, длительность наблюдений, исследуемые органы и т. п.) и наблюдаемыми биологическими эффектами. Кроме того, совершенно необходимо в ближайшем будущем ввести стандарты на частицы и методы, которые используют для проверки токсичности наноматериалов. Тем более что на модной нанотехнологической волне уже появились многочисленные фирмы, торгующие БАДами, косметикой и пищевыми продуктами, содержащими наночастицы золота.



Золотая химия

Кандидат химических наук
В.В.Благутина

Что нужно химикам от катализатора? Чтобы он работал в как можно более мягких условиях, давал преимущественно один продукт реакции (а не много) и был стабильным. Химики перепробовали в этом качестве практически все металлы таблицы Менделеева, в том числе и химически инертное золото. В отдельных случаях оно проявляло каталитическую активность, но она всегда оказывалась меньше, чем, например, у платины. Да и вряд ли кому пришлось бы в голову делать промышленные катализаторы из золота — его никогда не считали перспективным в этом плане металлом.

Все неожиданно поменялось в 1987 году после первых публикаций японского ученого Масатаке Харуты. Оказалось, что золото — прекрасный катализатор многих реакций, но только если размеры его частиц меньше 5 нм. В принципе это можно было предположить: ведь у золота по сравнению с другими d-металлами наименьшая энергия связи «металл-кислород» (меньше, чем у палладия), а значит, оно может быть активным в реакциях окисления. Но тогда, в середине 80-х, предыдущие попытки сделать из золота активный катализатор были неудачными, кроме того, золото стоило дороже платины, поэтому никто не мог предвидеть, что эти исследования выльются в новое перспективное направление.

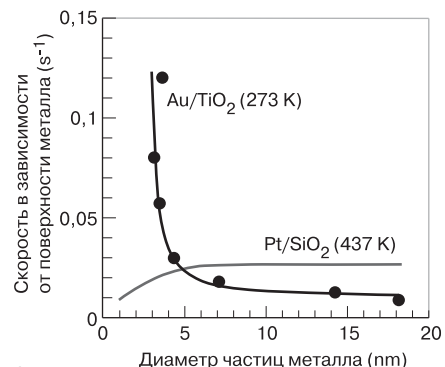
Японский ученый не только обнаружил, что золото — активный катализатор, он также предложил метод получения золотых частиц с размерами менее 5 нм, нанесенных на оксиды других металлов (например, оксид титана). Золото, нанесенное на оксиды, взаимодействует с носителем, и между ними возникает эпитаксиальный контакт (рис. 1). Это означает, что на поверхности окси-

да вырастает упорядоченная структура из золота и размеры их решеток сопоставимы.

Более того, золоту не все равно, какой у него носитель — от этого тоже зависит активность катализатора. При низких температурах наиболее активны и устойчивы оксиды и гидроксиды с нейтральной или слабощелочной поверхностью: TiO_2 , Fe_2O_3 , Co_3O_4 , NiO , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ и $\text{Be}(\text{OH})_2$.

Все же ключевой параметр — это размер золотых частиц (рис. 2). Если он становится больше 5 нм, то активность катализатора, а Харута исследовал ее на реакции окисления CO , резко падает. Кроме того, размер частиц определяет температуру, при которой может протекать реакция: она должна быть не больше $200\text{--}300^\circ\text{C}$, поскольку при более сильном нагреве драгоценные частицы могут просто расплавиться. Но это теоретически, а на самом деле золотые катализаторы тем и уникальны, что работают и при комнатной, и даже при отрицательных температурах. Например, та самая реакция окисления CO проходила при температуре меньше 0°C .

После публикации Харуты число работ по золотым катализаторам стало нарастать лавинообразно. Оказалось, что спектр реакций, в которых они активнее, чем остальные металлы, довольно широк. Правда, так до конца и не понятно, почему активны именно такие маленькие частички. Одна из теорий, например, утверждает, что разница между поведением золота и платины на наноуровне в том, что хотя оба металла связываются с реагентами, но с платиной это происходит настолько интенсивно, что дальнейшее окисление уже не может протекать при низкой температуре. У золота связывание слабее, поэтому оно такой мягкий катализатор. Другое предположение заключается в том, что только при размере частиц менее 5 нм образуется достаточное количество «угловых» атомов золота в структуре, которые играют ключевую роль в катализе. Согласно последним данным финских ученых, нанозолото разрывает связь O-O и образует свою Au-O , то есть оксид. Это идет вразрез со всеми известными свойства-

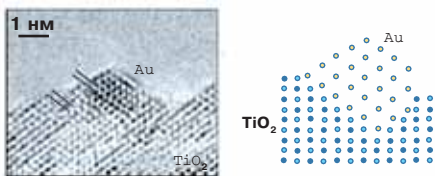


2
Зависимость активности катализатора от размера частиц при окислении CO

ми этого металла, но, видимо, на наноуровне возможно и такое.

Для того чтобы широко использовать новый катализатор, надо было разработать промышленные методы его получения. Это оказалось не так просто, хотя какие-то решения, конечно, есть. Например, катализаторы предлагают делать из оксидного носителя (им, кстати, может быть не только оксид благородного металла, но и просто углерод) и заранее приготовленного коллоидного раствора золота, поскольку в этом случае легко контролировать размер золотых частиц. Однако результат получается не очень хороший. Ведь чтобы коллоидные частицы не слипались, к ним добавляют стабилизаторы (органические молекулы), которые налипают на поверхность золота и препятствуют его агрегации в растворе. Из-за этого не возникает контакт между золотом и носителем, и соответственно катализатор не так активен.

Можно также наносить золото из газовой фазы, разлагая летучие комплексы. Но таким образом трудно получить равномерное распределение на носителе, и соответственно нет стабильности в результатах. Самый эффективный способ синтеза золотых катализаторов сегодня считают приготовление из растворов HAuCl_4 при контролируемых pH и температуре. После осаждения будущий катализатор промывают и восстанавливают. При этом способе тоже возникают некоторые проблемы. Для промывки требуется много воды, которую



1
Контакт золото-оксид титана



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

потом надо очищать. Кроме того, если после всех операций остается хоть немного хлора, то он отравляет активные центры и опосредованно способствует слипанию частиц.

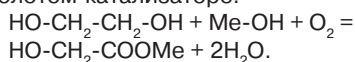
Сегодня рассматривают и другие варианты. Например, стабильность золотых катализаторов можно повысить, используя пористый носитель. У мезопористого оксида титана средний диаметр пор не больше 5 нм, поэтому осажденные в них частицы золота будут фактически ограничены стенками. В то же время молекулы газов могут спокойно диффундировать к активным центрам, а после окончания реакции покидать поры. Так или иначе, проблему получения решают в каждом случае по-своему, поскольку для каждой задачи и в каждой области применения нужен свой катализатор. А таких областей Всемирный совет по золоту (World Gold Council) называет по меньшей мере четыре: в промышленности для селективного окисления органических веществ; для нейтрализации автомобильных выхлопов; в устройствах для очистки воздуха от CO и других токсичных органических веществ; в топливных элементах и сопутствующих технологиях.

В химической промышленности золотые катализаторы, вероятно, будут внедряться медленнее всего, хотя за эти 20 лет золото подешевело (сегодня оно дешевле платины), а на изготовление катализаторов его идет совсем немного. Оно настолько мало, что, по мнению специалистов, мировая золотая индустрия этого даже не заметит. Между тем химический крупнотоннажный процесс, проходящий при комнатной температуре, кардинально экономит электроэнергию. Кроме того, напомним, что золотые катализаторы очень селективны, поэтому, учитывая все это, с технологической точки зрения они весьма привлекательны.

Сегодня есть уже несколько процессов, в которых однозначно выгодно использовать золотые катализаторы. Один из них — производство винилацетата из этилена и уксусной кислоты на золото-палладиевом катализаторе, который дает в пять раз более высокие выходы,

чем использовавшийся ранее палладиевый (патент США). В принципе это производство не требует кардинальной перестройки процесса, достаточно просто заменить катализатор. Винилацетат — необходимый компонент многих красок и клеев, сегодня его мировое производство равняется приблизительно 5 млн. тонн в год и, видимо, будет еще расти. Золотые катализаторы в этом процессе используют с 2001 года на заводе компании «Бритиш петролеум» в Великобритании.

Не так давно компания «Ниппон Шокубай» разработала технологию прямого одноступенчатого получения метилгликолята из этиленгликоля и метанола на золотом катализаторе:



Метилгликолят используют как растворитель для получения полупроводниковых устройств, для очистки поверхности металлов, а также в косметической промышленности. Сегодня уже работает пилотная установка (катализатор Au—Pb/Al₂O₃), которая дает несколько тонн метилгликолята в месяц.

С помощью золотого катализатора также можно получать гликолевую кислоту, которую применяют в пищевой промышленности и в качестве моющего средства. Ежегодно в мире производят и потребляют около 60 тысяч тонн этого вещества. Немецкие ученые из Федерального сельскохозяйственного центра доказали, что золотой катализатор на подложке из оксида алюминия отлично окисляет глюкозу в гликолевую кислоту. Один грамм золота позволяет получить 3,8 тонны кислоты.

Еще один привлекательный промышленный процесс — эпоксидирование пропилена кислородом воздуха. Привлекательно в нем то, что реакция со 100%-ным выходом идет уже при 70—80°C, тогда как катализаторы Ag/Al₂O₃, которые используют сейчас, требуют температуры 300—350°C и повышенного давления.

Важная область применения золотых катализаторов — окисление выхлопных газов автомобильных двигателей и вообще очистка воздуха от CO и других вредных газов. Перспективы коммерческого применения золота здесь огромны. Компания «Наностеллар» разработала новую технологию NS Gold™, которую можно использовать и в дизельных двигателях, и в двигателях на природном газе. Для очистки используют композитные частицы, содержащие золото, палладий и платину. Они очень устойчивы и при такой же стоимости на 50% эффективнее обычных палладиевых катализаторов.

Золотосодержащие катализаторы — перспективные материалы для бытовых и промышленных установок очистки воздуха и воды. Последнее подтвердилось в ходе выполнения программы GROW (Gold

Research Opportunities Worldwide) — в ней воду очищали от хлорорганических производных (трихлорэтилена). Выяснилось, что палладий в присутствии наночастиц золота более чем в 70 раз активнее удаляет хлор, чем Pd/Al₂O₃.

Поскольку золото оказалось лидером и в окислении CO, это его свойство пытаются использовать не только в бытовых очистителях воздуха и противогололедах, но и для контроля качества воздуха в промышленных и общественных помещениях.

Еще одно важное направление применения золотых катализаторов — топливные элементы. Твердополимерные топливные элементы, которые использует автомобильная промышленность, требуют очень чистого водорода, в противном случае быстро выходит из строя платиновый катализатор. А поскольку при всех способах получения водорода из природного газа он получается в смеси с CO, то очистка водорода — одна из ключевых задач водородной энергетики. В 2008 году один из ведущих производителей, компания «Хитачи Максвелл» сообщила о создании новой технологии, в которой в топливном элементе с полимерным электролитом используется смешанный золото-платиновый катализатор. При этом удалось снизить цену катализатора и в 4,8 раза повысить ток.

Также компания «Проджект АуТЕК» разработала новую систему очистки водорода для топливных элементов с полимерными электролитными мембранами под торговой маркой AuroPureH₂. Ее задача — получать дешевый водород прямо на транспортных средствах (на катализаторах Au/TiO₂). Система AuroPureH₂ позволяет уменьшить концентрацию CO в потоке водорода с 0,001—0,2% до уровня ниже 1·10⁻⁴%, поэтому отпадает необходимость использовать специальные устойчивые аноды с платиной. При этом затраты на золото составляют менее 1% от 45 долларов за кВт, которые установило Министерство энергетики США для транспортных топливных элементов.

За почти 20 с лишним лет, прошедших с момента открытия каталитической активности нанозолота, было опубликовано немало трудов и патентов. Многие из уже разработанных катализаторов активны, селективны и долговечны, позволяют работать в «мягких» условиях. Интересно, что хорошие результаты дают не только сами наночастицы золота, но и их сплавы.

Конечно, внедрение новых технологий — всегда трудная задача, поскольку требует больших инвестиций. Тем не менее в некоторых областях шансы на успех выше: это можно сказать о водородной энергетике (топливные элементы) и очистке воздуха и воды. А вот судьба технологий в крупнотоннажной химической промышленности наверняка окажется более сложной, особенно в России.



Взрывная метка Фотонная нано- структура помо- гает определить степень контузии солдата.

«NeuroImage»,
2011, в печати

Афганская и иракская кампании, проводимые армией США, показали, что контузии в результате взрыва — характерное ранение войны XXI века (кстати, общее число раненых за девять лет американских солдат уже превысило 120 тысяч человек). Коварство вызываемого взрывом повреждения мозга в том, что современными методами диагностики трудно определить степень ущерба. Поэтому и лечение может быть не то, и солдата отправят на фронт раньше времени. Ученые из Пенсильванского университета во главе с доктором Дугласом А. Смитом решили облегчить задачу медикам.

Для этого они с помощью лазера создали на полимерной пленке фотонный кристалл из наностержней и пористых прослоек, похожий на швейцарский сыр. Этот кристалл отражает свет строго определенной длины волны и, подобно крыльям некоторых бабочек (см. «Химию и жизнь», 2010, № 11), за счет этого приобретает цвет. Ударная волна при взрыве разрушает часть стержней, характерная длина волны кристалла изменяется, и он становится другого цвета. Чем сильнее был взрыв, тем больше стержней разрушится и тем сильнее изменится цвет. Предполагается, что такой индикатор силы взрыва будут пришивать к мундиру солдата. Но возможно, он найдет применение и в мирной жизни.

Аутизм в чашке Петри

Стало возможным
вырастить клетки
мозга и посмотре-
ть, как они рабо-
тают.

«Cell», 2010, т. 143,
№ 4

«**А**утизм — это не плохое воспитание, это порок развития мозга», — говорит доктор Элисон Муотри, доцент Калифорнийского университета в Сан-Диего. Но как его изучать, ведь в череп пациента невозможно залезть со скальпелем и микроскопом? На помощь пришли перепрограммированные стволовые клетки: после специальной обработки можно из клетки кожи вырастить клетку любой ткани, в том числе нейроны.

Именно такую работу и проделала доктор Муотри со своими коллегами. А клетки они взяли у четырех пациентов с синдромом Ретта. При этой болезни человек сначала развивается нормально, даже начинает ходить и говорить, а потом внезапно деградирует и впадает в аутичное состояние. Считается, что изучение синдрома Ретта даст ключ и к пониманию других видов аутизма.

Доказано, что этот синдром — следствие мутации в гене MeCP2. Мутация присутствует в каждой клетке организма больного, поэтому нейроны, и настоящие, и выращенные из клеток кожи, несут эту мутацию. Изготовив за несколько месяцев нейроны, ученые посмотрели, как они формируют нервную ткань. Нейроны-мутанты оказались мельче контроля, и синапсов — связей, благодаря которым нервные клетки формируют связи с соседями, у них меньше. Иными словами, клетки с самого начала избрали неверный путь. Все эти ошибки в значительной степени удалось исправить, обработав нейроны инсулиноподобным фактором роста типа I (IGF-1), который на мышах уже показал себя как средство от аутизма. Это вдохновило ученых на поиски новых кандидатов в лекарства с помощью выращенной в чашке Петри модели аутичного мозга.

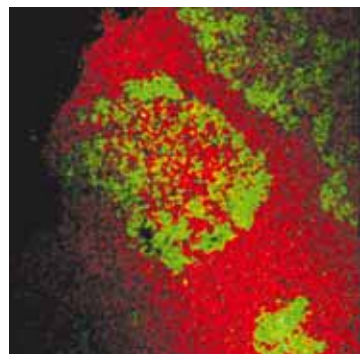
Тайна красных шаров

Бактерии разных
видов способны
формировать
многоклеточное
образование,
пронизанное про-
водниками элект-
рического тока.

«Science», 2010, т.
330, № 6009

Уже второй раз за этот год исследователи сообщают (см. «Химию и жизнь», 2010, № 11), что бактерии способны объединяться в сложные системы, в которых клетки обмениваются друг с другом электронами. На сей раз результат получили биологи Массачусетского университета во главе с Дерекком Лавли и Заратой Саммерс. Они изучали механизм, который позволяет двум видам бактерий из рода *Geobacter* совместно утилизировать органику. По ходу дела представители этих видов обмениваются друг с другом электронами, используя водород в качестве посредника. А поодиночке питаться органикой они не могут.

Подопытных бактерий поместили в среду, содержащую спирт, который они потихоньку поедали и размножались. Через некоторое время, однако, ученые заметили, что в исходно прозрачном растворе возникли шары миллиметрового диаметра. Саммерс вовремя схватила за руку лаборанта и не позволила ему встряхнуть пробирки, чтобы эти шары уничтожить. Шары росли и со временем окрасились в ярко-красный цвет. Исследование показало, что они пронизаны системой каналов для прокачивания питательного раствора, клетки же переплетены жгутиками, по которым безо всякого посредничества водорода текут электроны. Спирт шары утилизировали гораздо быстрее, чем суспензия независимых клеток. Красный же цвет возник из-за того, что один из видов геобактера мутировал и стал производить очень много богатого железом цитохрома. Этот цитохром и был главным элементом всей новой системы обмена электронами: удаление соответствующего гена не приводило к образованию красных шаров, если же мутацию вводили заранее, то такие шары возникали гораздо быстрее. «Нам остается только гадать, сколько микробных сообществ в природе основано на подобном обмене электронами между видами», — отмечает Дерек Лавли.



Самолечение материала

Новый композит
сможет самостоя-
тельно заделать
трещину в самом
себе.

«Journal of Applied
Physics», 2010, т. 108,
№ 9

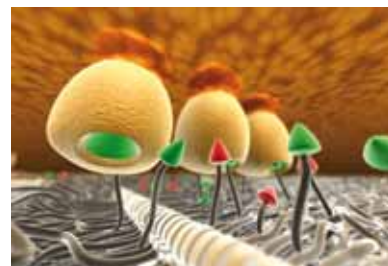
Если в живом организме случится повреждение, на помощь придут специальные клетки. Одни заметят травму и вызовут других, которые ее защитят и зарастят. Примерно так работает и материал, созданный учеными Аризонского университета во главе с Генри Анджело Содано. Этот полимер, обладающий эффектом памяти формы и пронизанный оптическими волокнами. Когда в нем образуется трещина, оптическое волокно это улавливает и передает к месту повреждения сигнал от инфракрасного лазера. Полимер нагревается, и трещина зарастает. В результате прочность материала в этом месте уменьшается всего на 5%.

Некоторые материаловеды, посмеиваясь над специалистами по теории разрушения, любят говорить, что, если в материале есть трещина, его уже надо выбрасывать. Однако изделие из материала Содано сможет, залечивая раны непосредственно во время их получения, дожить до того момента, когда его можно будет выбросить. И это немаловажно.

Выращивая почку

Правильная основа позволяет выращивать клетки для изготовления биоискусственной почки.

Всем хороша искусственная почка, сделанная из живых клеток, — она и кровь должна чистить в пять раз лучше, чем механическая, и гормоны выделяет. Но такую почку еще не создали, потому что клетки плохо живут в неволе. Ученые из Нидерландов во главе с Патрисией Данкерс из Гренингенского университета решили, что проблема связана с некомфортными жилищными условиями. Для их улучшения голландские биотехнологи сделали мембрану, очень похожую на ту, что покрывает стенку почечных канальцев. На ней-то в организме и растут клетки эпителия, которые фильтруют кровь.



Новую мембрану делали из полимерных нановолокон, полученных электрораспылением. Полимер же взяли весьма специфический — на одном конце его олигомера была присоединена уреидная группа (от углерода, как рожки, отходят два азота, украшенные двумя водородными атомами) с пиримидиновым кольцом, а посередине углеводородной цепочки — еще одна уреидная группа. Такая конструкция обеспечивает сцепление олигомеров с помощью водородных связей в разветвленные супрамолекулярные цепочки. В полимер удалось встроить еще и короткие молекулы белков, которые всегда присутствуют на мембране живой почки. В результате, как видно на рисунке, клетки почки связывались с белками, занимали места на мембране и делились до тех пор, пока вся она не зарастала клеточным слоем. Даже спустя 19 дней клетки были живы, а слой цел, тогда как в контроле он к этому времени разрушался. Ученые надеются, что их разработка поможет создать искусственную почку небольшого размера, которая заменит существующие громоздкие приборы для гемодиализа. Более того, когда-нибудь такую почку удастся пересадить пациенту вместо донорской.

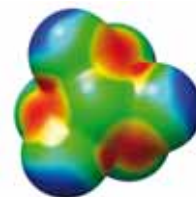
«Biomaterials», 2011, т. 22, № 3

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

Четыре азота собираются вместе...

Рассчитано, что существует молекула из четырех атомов азота, из-за чего это вещество становится отличной взрывчаткой.

Некотрые относятся к квантово-химическим расчетам скептически, считая, что годятся они лишь для атома водорода, но это не так. Вот, например, ученые из шведского Королевского технологического института во главе с профессором Торе Бринком рассчитывали устойчивость различных соединений азота — и вдруг обнаружили неизвестное науке неорганическое соединение, которое оказалось вполне устойчивым. В нем к центральному азоту присоединены три группы вида —NO₂. А там, где много азота — запасено много энергии. В общем, возник претендент на новый вид взрывчатки или твердого ракетного топлива. Найти новое соединение в области, которая еще двести лет назад была изучена вдоль и поперек, — большая удача. Вдобавок тот же расчет подсказывает, что энергии при взрыве этого соединения выделится на 20—30% больше, чем у современных видов ракетного топлива. «Десятипроцентное увеличение эффективности топлива — это уже очень много, поскольку позволяет в два раза увеличить вес полезной нагрузки, — отмечает профессор Бринк. — Кроме того, топливо, содержащее лишь азот и кислород, гораздо меньше загрязняет окружающую среду».



Исследователи уже прикинули пути возможного синтеза этого вещества и надеются вскоре наработать его в достаточном количестве, чтобы провести испытания.

«Angewandte Chemie International Edition», в печати, doi:10.1002/anie.201007047

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

Озимая сахарная свекла

Найден ген, который запрещает цветение свеклы.

Усахарозаводчиков есть проблема: если бы можно было сажать сахарную свеклу под зиму, было бы проще управлять с урожаем, да и корнеплоды прибавили бы в весе добрую четверть. Однако сахарная свекла — двулетнее растение, и после зимовки она все силы тратит на цветение.

Шведские ученые из Центра растениеводства в Умео во главе с профессором Ове Нильсоном сумели выяснить, что у свеклы есть ген, который блокирует цветение, потому она и не зацветает на первый год. А вот охлаждение ниже нуля этот ген дезактивирует и соответственно освобождает из-под опеки ген цветения. Узнав эту интересную подробность, биологи придумали, как оставить блокирующий ген включенным навсегда, и уже готовятся к получению семян первой в мире озимой сахарной свеклы.

У огородников другая печаль: редиска, дайкон, шпинат — все они норовят зацвести и лишить хозяина грядок заслуженного урожая. Петрушка тоже не желает по многу лет давать вкусные листья с одного и того же корня. По сути, проблема сходная. Свекла принадлежит к семейству маревых, редиска к семейству крестоцветных, петрушка — к семейству зонтичных или сельдерейных. Вроде совсем они не родственники. Но кто знает, вдруг аналог гена, открытого шведами, и у этих растений найдется...

«Science», 2010, т. 330, № 6009

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

Бактерия для поедания ксилозы

Целлюлозу из отходов можно с помощью бактерий превратить в ценный продукт.

После того как урожай переработали, остается немало отходов. Часть из них можно скормить скоту, часть превратить в удобрение, а часть употребить как химическое сырье. Именно этим и занялся аспирант Делфтского технологического университета Жан-Поль Мейнен. Он рассуждал так. В этих отходах много лигноцеллюлоз. Лигнин можно удалить, например, гидролизом (хотя есть и более совершенные методы, см. «Химию и жизнь», 2009, № 5), освободившиеся полисахариды разложить на составляющие и скормить микроорганизмам, а те уж синтезируют из сахаров что умеют. Однако есть проблема: из растительных волокон получается не только глюкоза, но и ксилоза с арабинозой, причем в немалом количестве. А микробы их не любят. Что же делать?

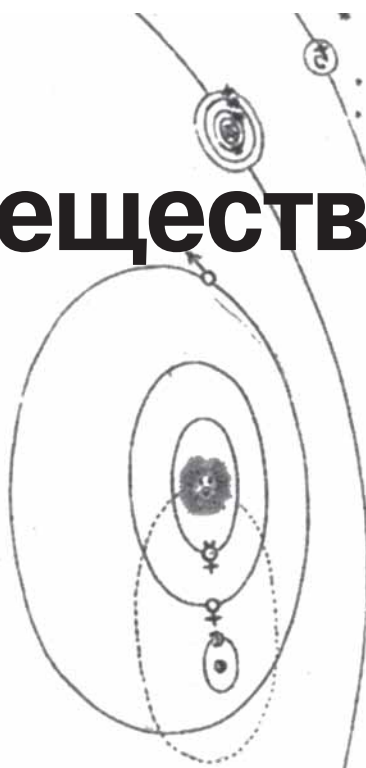
Помогла генетическая модификация. В геном псевдомонады встроили гены кишечной палочки; они вырабатывают ферменты для превращения ксилозы в более удобоваримые вещества. Модифицированная псевдомонада кушать ксилозу стала, но без всякого аппетита. Тогда ее посадили на голодный паек, практически лишив глюкозы. Через некоторое время появились псевдомонады, которые с удовольствием поглощали не только ксилозу, но и арабинозу. Последний штрих — внедрение гена синтеза пара-гидроксибензоата, и биотехнология для превращения отходов пищевой промышленности в полезный для фармацевтов и косметологов продукт готова. Осталось посчитать ее стоимость и убедить инвесторов.

Jean-Paul Meijnen, j.p.meijnen@tudelft.nl

Антивещество

Кандидат
физико-математических
наук

С.М.Комаров



Многолетние усилия одной из международных групп (коллективов) ученых, работающих в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН) увенчались успехом: им удалось получить холодные атомы антиводорода и сохранить их в ловушке в течение 130 миллисекунд. Это долго: до сих пор атомы антиводорода (а их получают с 1995 года, см. «Химию и жизнь», 2003, № 1) жили гораздо меньше. Когда ученые отладят методику и накопят много атомов антиводорода, они смогут провести тонкие эксперименты, связанные с фундаментальными свойствами нашей Вселенной. Возглавляет эту коллаборацию Джеффри Хангст из датского Орхусского университета.

«Да, Джеффри и его коллеги по эксперименту ALPHA достигли большого успеха, — поясняет член-корреспондент РАН Игорь Николаевич Мешков (Объединенный институт ядерных исследований, Дубна). — Получить холодные атомы антиводорода и удержать их в ловушке в течение длительного времени — огромный шаг вперед. Ведь атомы — совсем не то, что ядра, которые успешно получают вот уже более полувека. Они нейтральны, у них вокруг ядра (у антиводорода это антипротон) вращаются позитроны. Значит, можно исследовать свойства антивещества — химические, физические. Основное направление — изучение спектра антиводорода. Его нужно измерить с большой точностью, чтобы выяснить, существуют ли какие-то различия между антиводородом и водородом. Для такого исследования требуется получить не менее тысячи атомов, причем они должны быть очень холодными, то есть практически не двигаться. Иначе из-за эффекта Доплера в измерения будет вкрадываться неопределенность, которая способна скрыть искомый эффект. Джеффри и его коллеги хотят еще изучить и возможность антигравитации антивещества, но сегодня такой эксперимент на грани технических возможностей».

К сожалению, пока что хорошо охладить атомы антиводорода, а речь идет о температурах в доли кельвина, не удастся. Дело в том, что основной метод, применяемый для получения сверххолодных атомов — использование лазерного излучения — с антиводородом не работает. Причина банальна: этот эффект основан на поглощении атомом света лазера, а для антиводорода нужны кванты слишком большой энергии. Для эффективного торможения его атома требуется ультрафиолетовый лазер, а таких лазеров достаточной мощности нет. Однако это технические трудно-



сти, которые конечно же будут так или иначе преодолены. Кстати, на водороде подобные эксперименты группа Т.В.Хэнша из Института Макса Планка в Гаршинге провела с фантастической точностью: энергия атомарного перехода между основным, 1S, и первым возбужденным, 2S, уровнями измерена с относительной точностью $1,8 \times 10^{-14}$.

Что касается возможности работы с антигелием-3, ядра которого тоже давно научились получать, то этот путь вряд ли приведет к успеху, ведь вероятность рождения таких ядер гораздо меньше, чем вероятность получения антипротонов. А для изготовления атомов их требуется еще охладить, соединить с позитронами, снова охладить — на каждом этапе значительная часть антивещества теряется. Пока получают считанные атомы холодного антиводорода, об атомах антигелия не стоит говорить».

Краткая история антивещества

А теперь расскажем подробнее об экспериментах с атомами антиводорода.

История антивещества начинается с 30-х годов XX века. Сначала Поль Дирак получил уравнения, из которых следовало: у каждой частицы должна быть античастица. Потом, в 1932 году, американский физик Карл Андерсон открыл первую стабильную античастицу, позитрон, в космических лучах (за что получил Нобелевскую премию 1936 года). Затем позитроны обнаружили и в продуктах распада радиоактивных элементов: если число протонов в ядре какого-то изотопа оказывается слишком большим, то один из них превращается в нейтрон, а электрический заряд ядра снимается за счет вылета позитрона. Сейчас радиоактивные элементы и служат источниками позитронов.

Следующую стабильную античастицу пришлось ждать долго. Лишь в 1955 году, после того, как в Калифорнийском университете построили беватрон — ускоритель, способный разогнать протоны до 6,2 ГэВ, были получены антипротоны. Схема этого, а также всех последующих экспериментов с античастицами, такова: разогнанные протоны попадают в мишень и порождают ливень вторичных частиц. В сущности, они берутся «из ничего» — это воплотившаяся в вещество энергия протона (вспомним эйнштейновское $E=mc^2$). Поскольку частицы рождаются парами «частица-античастица», среди них были и протоны с антипротонами. Спустя год были открыты антинейтроны, а в 1965 году группа Леона Ледермана на Брукхэйвском ускорителе получила антидейтроны. Для этого исходные протоны потребовалось разогнать уже до 30 ГэВ. Следующий успех выпал на долю советским физикам под руководством члена-корреспондента АН СССР Ю.Д. Прокошкина: в 1970 году на ускорителе в Протвино они зарегистрировали ядра антигелия-3, а спустя три года там же получили и ядра радиоактивного антитрития (при распаде он дает тот же самый антигелий-3). На этом период «бури и натиска» в деле создания антиматерии завершился: мечты продвигнуться дальше и получить следующее ядро, антителий-4, не сбылись. Всю эту историю по горячим следам описал В.В. Станцо в своей знаменитой серии статей «Элемент №...» («Химия и жизнь», 1975, № 1).

Материя-антиматерия: различие или сходство?

Фабрики по производству антипротонов работали, античастицы стали использовать в медицине (позитронная томография, протонная хирургия), и в конце концов уровень ускорительной техники оказался достаточным для того, чтобы приступить к изготовлению настоящего антивещества — то есть присоединить к антиядру антиэлектроны и посмотреть, что будет. Посмотреть же интересно, во-первых, на спектры. Если окажется, что антиводород хоть слегка, но не похож на водород, то завеса тайны над проблемой дефицита антиматерии во Вселенной приоткроется. А во-вторых, антиматерия может оказаться «анти» во всех смыслах, то есть обладать еще и свойством антигравитации, отрицательной массой.

Над этой отрицательной массой сломано немало копий. Дело в том, что формально подставив отрицательную массу в законы Ньютона, можно получить парадоксальный результат. Закон тяготения ожидаемо превратится в закон отталкивания антимассы от массы, а вот с законами механики будет твориться нечто за пределами здравого смысла: сила, отталкивающая антимассу, станет ее, наоборот, притягивать. Но этот парадокс можно разрешить. Законы Ньютона держатся на принципе эквивалентности гравитационной массы (которая стоит в законе тяготения) и инерционной, присутствующей в законах механики. Однако этот принцип не счи-



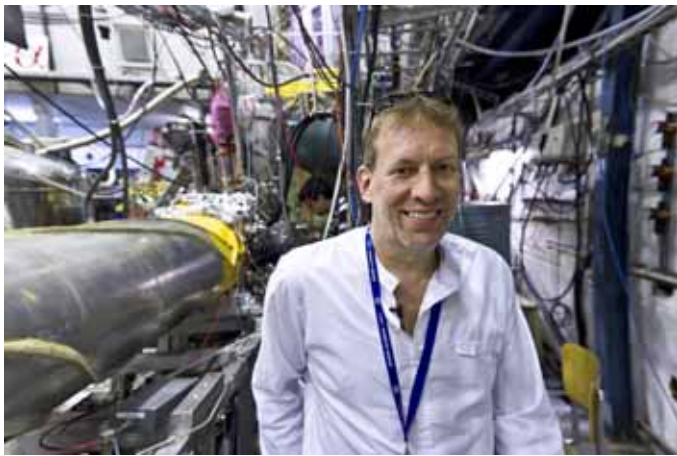
НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

тается доказанным — просто не найдено свидетельств его несправедливости. Гравитация же отличается от механики, поскольку, согласно общей теории относительности Эйнштейна, ее суть — деформация пространства-времени. В соответствии с принципами хорошо разработанной в физике твердого тела теории упругости, частицы, создающие деформации одного знака (в простейшем случае — всестороннего сжатия или расширения), притягиваются, а разного — отталкиваются. Свет, проходя рядом со звездой, отклоняется к ней, значит, масса создает деформацию сжатия. Тогда если антимасса создает деформацию растяжения (свет, проходя рядом с антизвездой, отклонится от нее), то антигравитация будет иметь место, а на механике это никак не скажется, ведь инерция с деформацией пространства никак не связана. Антигравитация антиматерии способна объяснить ее исчезновение в видимой части Вселенной — гравитационные силы попросту отпихнули ее подальше от материи. Очевидно, что в таком случае заметить знак массы у античастиц невозможно до тех пор, пока не измерен знак их взаимодействия с полем тяготения Земли. А это можно сделать только с нейтральными атомами — гораздо более мощные электрические и магнитные поля, действующие на заряженные частицы, скроют слабое влияние гравитации.

Воодушевленные примерно такими соображениями, физики в девяностых годах XX века приступили к созданию антивещества. Первый успех пришел к ученым из ЦЕРНа — в 1995 году они получили первые девять атомов антиводорода. В 1997 году их американские коллеги из чикагской Лаборатории Энрико Ферми (Фермилаб) получили уже сотню антиатомов. Впрочем, в обоих экспериментах эти атомы летели со скоростью, близкой к скорости света, и проводить с ними тонкие эксперименты было невозможно. Тем временем в ЦЕРНе сломали старый ускоритель, и возникла пауза. Лишь в 2002 году опыты возобновились и были получены первые медленные атомы антиводорода. При этом производительность антиводородной фабрики выросла во много раз — до нескольких тысяч антиатомов в минуту. Однако использовать эти антиатомы для исследования тоже было нельзя: они очень быстро сталкивались со стенками ускорителя и аннигилировали. Нужна была хорошая ловушка, способная удержать антиатомы «подвешенными» в вакууме. И здесь есть серьезные трудности.

Ловушка для антиатомов

Вот как выглядит схема получения холодных антиатомов в ЦЕРНе. После того как быстрые протоны врезаются в мишень, они порождают множество частиц, в том числе протоны и антипротоны. С помощью магнитного поля отрицательно заряженные антипротоны переводят в Антипротонный замедлитель, — синхротрон, где они довольно долго вращаются в спадающем во времени магнитном поле и тормозятся в электрическом поле до энергии в 5,3 МэВ. При этом антипротоны приходится охлаждать, используя специальные методы. Первый из них — электронное охлаждение, был предложен и разработан Г.И. Будкером с учениками в Новосибирском инсти-



Джеффри Хангст рядом с установкой для получения антиводорода

туте ядерной физики в 60—70-х годах. Второй метод — стохастического охлаждения, предложенный несколько позднее будущим нобелевским лауреатом С. ван-дер-Меером, был создан в ЦЕРНе. Сегодня оба метода — признанное орудие формирования плотных пучков в ускорителях.

Из замедлителя каждые две минуты вылетает порция в 30 млн. антипротонов. Увы, они еще слишком горячи — такая энергия соответствует скорости в 10% от скорости света и температуре в миллионы градусов. Чтобы радикально затормозить антипротоны, их пропускают сквозь алюминиевую фольгу толщиной в треть миллиметра. При столкновении с атомами алюминия половина антипротонов аннигилирует, а другая половина пролетает насквозь, расходуя часть своей энергии на нагрев фольги. Примерно сто тысяч из них сбрасывает энергию в тысячу раз, до 0,2% от скорости светета. Такие антипротоны уже можно поймать в электромагнитную ловушку Пеннинга — Малмберга. Как и все прочие подобные ловушки, она построена из катушек с электрическим током и электродов: созданные ими магнитные и электрические поля заворачивают заряженные частицы и не дают им лететь дальше. Очевидно, что энергия частиц должна быть достаточно маленькой, иначе полям ловушки с ними не справиться. Эта ловушка заполнена холодными электронами: сталкиваясь с ними, антипротоны охлаждаются дальше. После отделения электронов в ловушке остается несколько тысяч антипротонов с температурой 300—400 К.

А в соседней аналогичной ловушке накапливаются и охлаждаются позитроны, которые получают при распаде натрия-22. Их температура оказывается 60—80 К. Затем стенку из полей между облаками обоих типов частиц снимают, эти облака сливаются, и начинается образование атомов антиводорода: антипротон захватывает позитрон, и тот, излучая энергию, постепенно достигает нижнего энергетического уровня, занимая основной уровень 1S в атоме антиводорода. Тут и возникает главная проблема охотников за антиматерией: атом-то становится электрически нейтральным и легко проходит сквозь электромагнитные стенки ловушки для заряженных частиц. Значит, нужно ставить снаружи еще одну

ловушку, для нейтральных атомов. Собственно, ее созданием и занимались ученые после первых успехов 2002—2005 годов.

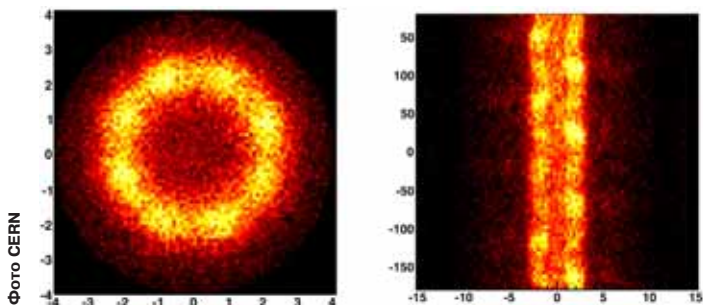
Вообще-то ловушки для нейтральных частиц стали известны не вчера. Принцип такой ловушки для нейтрона был предложен В.В.Владимирским еще в 1960 году. В ней магнитное поле сформировано так, что оно возрастает во всех направлениях от центра ловушки — так называемый «minimum B» (латинской буквой B в физике принято обозначать магнитное поле). Вскоре участники термоядерного проекта из Института атомной энергии им. И.В.Курчатова (ныне Курчатowski институт) во главе с М.С.Иоффе предложили конструкцию такой ловушки.

Это цилиндр, на краях которого расположены две запирающие катушки с током, а вдоль его стенки проложены четыре проводника — «палки Иоффе», причем в соседних проводниках ток течет в противоположных направлениях. В центре цилиндра возникает минимум магнитного поля, а к стенкам вдоль оси оно нарастает. Хотя эту ловушку придумали для удержания плазмы, она подошла и для нейтральных атомов: у любого из них в магнитном поле возникает магнитный момент. В зависимости от его ориентации атом будет двигаться либо туда, где поле сильнее, либо в обратную сторону.

В 1983 году Дэвид Притчард из Массачусетского технологического университета предложил применить ловушку Иоффе для удерживания холодных атомов. Притчард известен не только своим участием в комиссии по изучению случаев похищения людей инопланетянами: его ученики Вольфганг Кеттерле и Эрик Корнелл получили Нобелевскую премию 2001 года по физике за работу со сверххолодными атомами и создание из них конденсата Бозе — Эйнштейна. Поэтому вопрос о том, как подвесить такие атомы в пространстве и не дать им соприкоснуться с горячей стенкой ловушки, был для него совсем не праздным. Для антивещества задача принципиально не отличается: ему тоже нельзя соприкоснуться со стенкой, иначе произойдет аннигиляция.

Атомы антиводорода и можно собирать в ловушке Иоффе — Притчарда, где они повиснут, не касаясь стенок камеры. Главное условие — энергия атомов должна быть очень мала. Магнит с силой в 1 Тл удержит атомы водорода с температурой не выше 0,67 К. Поскольку сила самых мощных современных электромагнитов составляет несколько тесла, следует ожидать, что в такую ловушку попадут атомы антиводорода с температурой в 2—4 К. Магниты, которые сейчас применяют в экспериментах ЦЕРНа, удерживают атомы не горячее 1 К. Не исключено, что причина здесь не в цене более мощных магнитов, а в том, что ловушка Иоффе — Притчарда сильно портит конфигурацию полей в расположенной внутри нее ловушке для заряженных частиц.

При средней температуре получающихся антиатомов под двести кельвинов очевидно, что лишь малая их толика сможет задержаться в ловушке, остальные же сразу после образования разлетятся и погибнут, столкнувшись со стенкой. И действительно, после объединения облаков позитронов и антипротонов на стенках ловушки фиксируют две-три тысячи актов аннигиляции атомов антиводорода. После окончания этой массовой аннигиляции можно было посмотреть, что же осталось в ловушке. Для этого ее открыли спустя 130 миллисекунд после образования антиатомов. Собранный в ней антиводород вылетел и, достигнув стенки, тоже аннигилировал. С высокой надежностью, отбросив все сомнительные сигналы (а они могли идти и от космических лучей, и от случайно сохранившихся антипротонов), участники эксперимента насчитали 38 случаев аннигиляции от пойманных в ловушку атомов. Немного, но начало положено.



Не пойманные в ловушку атомы антиводорода аннигилируют на стенках камеры



Обиженные атомы

Кандидаты химических наук

Ю.И.Андронов, Н.Г.Луценко



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Наши давние и постоянные читатели знают, что в «Химии и жизни» действует мораторий на публикации, связанные с модернизацией и творческим развитием таблицы Менделеева. Его ввел главный редактор журнала прошлых лет академик И.В.Петрянов-Соколов по понятным причинам. Форм представления любой классификации может быть множество, но это не меняет суть ее предмета – Периодический закон.

Тем не менее в Год химии мы сделали небольшое исключение, чтобы дать нашим читателям представление о неких новых данных, о новых гипотезах и концепциях, которым исследователи пытаются найти место в здании Периодического закона. Впрочем, это не совсем и химия, поскольку речь пойдет об атомоподобных частицах и превращениях атомов в экстремальных условиях, с которыми работают физики и геофизики. Химики-то имеют дело с земным веществом, которое можно насыпать в пробирку. Однако не будем забывать, что самое интересное в науке происходит там, где сходятся интересы исследователей из разных областей естествознания.

Предлагаемую статью не стоит рассматривать как руководство к действию – в первую очередь учителям и школьникам. Это не повод и не сигнал к перекраиванию учебников, до этого еще слишком далеко. Это всего лишь размышления ученых, которые, разумеется, найдут как сторонников, так и противников

Таблица Менделеева

Авторы большинства учебников химии для средней и высшей школы начинают рассказ об открытии классификации химических элементов традиционной фразой: «В 1869 году Д.И.Менделеев опубликовал первый вариант Периодической таблицы элементов, примечания к которой содержат основные положения Периодического закона, сформулированного несколько позже: "Свойства простых тел, также свойства и формы соединений элементов, находятся в периодической зависимости от величины атомных весов элементов"» (см., например, О.М.Полтораки, Л.М.Ковба. Физико-химические основы неорганической химии. МГУ, 1984 год).

В действительности же систематика химических элементов не была самоцелью. Все известные Менделееву химические элементы он классифицировал исключительно по химическим свойствам. Он расположил элементы по величине атомных масс, когда готовил лекции для студентов, чтобы спланировать очередность изложения. Когда оказалось, что первый, горизонтальный, вариант таблицы, фактически план лекций, содержащий в строках элементы нынешних вертикальных групп, неудобен для публикации, Д.И.Менделеев повернул таблицу на 90°. В этом варианте аналоги, атомы с подобными химическими свойствами, образовали

вертикально расположенные группы, а гомологи соответственно — периоды.

Вывод же о том, что свойства связаны с атомной массой, возник позже. В главе 15 второго тома «Основ химии» Д.И.Менделеева читаем: «Масса вещества есть именно такое свойство его, от которого должны находиться в зависимости все остальные свойства...» и далее: «Такова основная мысль, заставляющая расположить все элементы по величине их атомного веса...» Открытый Менделеевым закон периодичности изложен на с. 405 этого же тома: «Свойства простых тел, также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости (или, выражаясь алгебраически, образуют периодическую функцию) от величины атомных весов элементов».

В современных представлениях аргументом для расположения элементов по группам и периодам служат заряды ядер, а химические свойства элементов определяются не массой, а распределением электронов во внешних энергетических уровнях, то есть стереометрией их электронных облаков.

Группа ноль

Важным этапом развития менделеевской системы было открытие благородных газов, которые считались химически неактивными. С их расположением в таблице сразу же возникли проблемы. Так, первооткрыватели поместили их в

нулевую группу, а Менделеев — в восьмую. И это было правильно. Ведь Менделеев был не только великим химиком, но и физиком, и математиком. Он понимал, что «ноль» — это не число, которым нумеруют предметы (такую ошибку совершают часто, например проводя «нулевые чтения» в Госдуме или устраивая в поездах «нулевые вагоны»), а цифра, указывающая на отсутствие значащей цифры в соответствующем разряде числа. В римской арифметике цифры «ноль» как таковой нет, она появляется только в арабской. Примером использования цифры «ноль» служит градуировка термометра, имеющего положительные и отрицательные значения градусов: между ними стоит тончайшая черточка, помеченная знаком «0». Следовательно, нулем должно быть охарактеризовано безъядерное вещество, существование которого предсказал сам Д.И.Менделеев, назвавший его ньютонием.

Возможен ли такой элемент? Да, и, более того, он теперь хорошо известен. Это открытый в 1951 году Мартином Дейчем позитроний (химический символ — Ps), который состоит из электрона и антиэлектрона. Поскольку их массы равны, ни у первого, ни у второго нет преимущества; они вращаются не друг вокруг друга, а относительно общего центра масс. Позитроний возникает при столкновении позитрона с атомами вещества, при этом его энергия должна быть мала. Поскольку обычно позитроны рождаются при радиоактивном распаде, изначально они обладают большой скоростью и должны пройти длинный путь в плотном веществе, прежде чем скорость станет достаточно малой, чтобы создать устойчивое образование с каким-то электроном. Время жизни позитрония невелико, в лучшем случае через наносекунды он аннигилирует с излучением двух или трех гамма-квантов. Однако даже за это короткое время удалось изучить его химические свойства.

Оказалось, что позитроний подобен водороду — присоединяется к двойной связи, восстанавливает ионы металлов. Более того, два позитрония образуют

молекулу. Особенности взаимодействия позитрония с веществом позволили создать интересный метод изучения химических реакций, о котором было подробно рассказано в «Химии жизни» (1969, № 8).

На Земле позитроний — экзотика, но во Вселенной этого вещества немало. Еще в начале восьмидесятых годов XX века было обнаружено, что из центра Галактики идет большой поток гамма-лучей с характерной энергией 511 кэВ, которая как раз соответствует гибели позитрония. Есть несколько версий, откуда там берутся позитроны. Самая свежая предложена в 2008 году группой ученых во главе с Георгом Вейденспойнтером из тулузского Центра исследований космоса (см. «Nature», 2008, т. 451, с. 159). Сравнив асимметрию яркого гамма-облака в центре Галактики с распределением легких рентгеновских двойных звезд (такие звезды состоят из черной дыры или нейтронной звезды, которая перетягивает на себя вещество звезды-соседки), они пришли к выводу, что именно там и рождаются позитроны, причем их поток составляет 10^{41} частиц в секунду.

Можно придумать и другие безъядерники, которые пока что не обнаружены. Рецепт понятен — сблизить друг с другом две частицы равной массы, но противоположных зарядов так, чтобы они начали кружить вокруг одного центра масс. Очевидно, что такими частицами служат ядра элемента и антиэлемента: водорода-антиводорода, гелия-антигелия и так далее. Главное — снизить скорость этих частиц и не допустить мгновенной аннигиляции. Не исключено, что фокусы со световыми ловушками когда-нибудь помогут создать такие безъядерные атомы. Вряд ли следует ожидать, что они будут жить существенно дольше позитрония.

Безъядерники могут занять нулевую группу таблицы Менделеева. А в нулевом периоде должен оказаться элемент, не имеющий электронов вообще и не способный образовывать химические связи. Такой элемент известен: это нейтрон, который ввиду отсутствия заряда не взаимодействует с электронами. Его место — в первой группе: некоторые исследователи считают, что на самом деле нейтрон — это протон, с которым слился электрон. Тогда нейтрон можно представить как атом водорода в форме $0s^1$. Свободный нейтрон нестабилен и за 14 минут распадается на электрон, протон и электронное антинейтрино. Результат оказывается таким же, как и при ионизации атома водорода: протон и электрон.

На Земле нейтронное вещество неизвестно, однако оно в немалом количе-

стве распространено во Вселенной — из него состоят нейтронные звезды. В них нейтроны связаны друг с другом не химическими связями, а силами гравитации.

Таким образом, менделеевскую систему можно использовать для классификации всех трех видов материи, обладающих химическими свойствами образовывать молекулы: вещества, антивещества и безъядерных атомов, заселяющих Вселенную (если где-либо в ней не существует иных квантовых законов). О том, насколько вещество и антивещество симметричны на самом деле, станет ясно, видимо, уже в скором времени, когда удастся исследовать химические свойства антиводорода, пойманного в световые ловушки.

Неприкаянные атомы

Номинально атомы распределены по группам в соответствии с химическими свойствами, которые определяются валентными электронами. Однако номер группы, в которую попал элемент, не всегда соответствует максимальной валентности. Так, в оксиде углерода СО углерод имеет три ковалентные связи с кислородом, а при действии электрического разряда на метан CH_4 образуется пятиковалентный ион метония: CH_5^+ ; в нем три протона связаны с углеродом двухцентровыми связями, а два — трехцентровыми. Кроме того, известны карбиды, в которых атом углерода имеет координационное число шесть, то есть может образовывать с тремя протонами двухцентровые связи, а еще два протона образуют трехцентровые связи (см.: М.Х.Карапетьянц, С.И.Дракин. Общая и неорганическая химия. М.: Химия, 1981, с.353).

Ярким примером неприкаянного атома служит водород. Его и до настоящего времени помещают либо в первую, либо в седьмую группу Периодической системы. При этом по заполненности его энергетического уровня (50% электронов) он не похож ни на типичные элементы первой группы главной подгруппы, ни на типичные элементы седьмой группы главной подгруппы. Неудивительно, что с водородом охотно реагирует углерод, у которого внешний энергетический уровень также заполнен на половину. Поэтому и число органических соединений во много раз больше, чем остальных соединений, вместе взятых. Выражаясь поэтическим языком средневековых алхимиков, водород, просыпаясь в доме элементов главной подгруппы первой группы, летит в дом углерода для сотворения всех углеводородов и их производных, а на отдых отправляется к галогенам седьмой

группы. Нильс Бор попытался избавиться водород от таких «страданий», сделал первый период своей группы элементов из двух рядом расположенных ячеек — для водорода и гелия, а наш незабвенный учитель по Менделеевке член-корреспондент АН СССР А.Ф.Капустинский предложил помещать водород сразу в двух группах, соединив в первом периоде клетку первой группы с клеткой восьмой группы дугой.

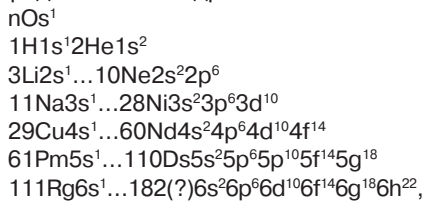
Как быть с атомом гелия, и сейчас неясно: квантово-химические расчеты показывают возможность существования молекул CHe^{3+} и CHe^{4+} , которые электронноподобны оксидам углерода СО и CO_2 . Не оказывается ли и гелий таким же «непоседой», как водород? Ведь он же претендует на место и во второй группе Периодической системы, а не только в восьмой, куда его по сей день помещают (см. «Химию и жизнь», 1987, № 9).

Бериллий тоже хотел бы «подрасти» до положения четырехвалентных атомов, образуя при степени окисления $2+$ четырехвалентную структуру в хлориде бериллия. Интересные свойства бериллий проявил в соединении с гелием, который, как оказалось, реагирует с оксидом бериллия («JACS» 1987, т. 109, с. 5917, «Химия и жизнь», 1988, № 5). Приведенная формула соединения $HeBeO$ предполагает, что бериллий может стать двухвалентным, образуя одну связь с гелием и одну с кислородом. В этом случае кислород не будет устойчив в структуре молекулы, и она разрушится. Это соединение, по-видимому, димерно, и две простейшие молекулы объединяются в шестизвенный цикл с чередующимися атомами, где все они будут двухвалентными.

В глубь Земли

Разработанная Д.И.Менделеевым Периодическая система — не абсолютный закон. Скорее всего, она применима только к классификации химических элементов приповерхностного слоя Земли. Впервые обратил внимание на это явление уже упомянутый А.Ф.Капустинский (его исследования опубликованы в докладе «К теории Земли», 1957 год). Он высказал идею о том, что в глубоких недрах Земли при давлениях от 50 до 120 тысяч атмосфер происходит перестройка атомов и наблюдается полное заполнение нижележащих электронных уровней. При более высоких давлениях структуры атомов полностью разрушаются и исчезает (вырождается) всякая периодичность. Вот цитата из его статьи: «Безличные ядра, иммерсированные в общей электронной плазме, представляют собой универсальное

металлическое состояние материи». Схематично проиллюстрируем эту мысль применительно к известным нам нейтрону и атомам, которые должны распределиться в порядке возрастания заряда атомного ядра:



а далее с электрона $7s^1$ должно начаться заполнение седьмого энергетического уровня у элемента 183.

Из этого следует, что лишь элементы первого и второго периода на всех глубинах до самой «металлизации» остаются самими собой. Неизвестными станут последующие элементы, начиная с калия, который станет первым d-элементом: $19\text{K}3s^2 3p^6 3d^1$. Свойства калия резко изменятся, он должен быть там прочным, ковким металлом, как первый d-элемент третьей группы. Завершится заполнение 3d-подуровня атомом никеля, который будет в недрах Земли не металлом, а неизвестным благородным газом. Не исключено, что из-за этой особенности никель, да и не только он, может из глубин проникать в вышележащие слои и становиться рассеянным элементом, переходя при сбросе давления в металлическое состояние. Подобная судьба ожидает и другие металлы, утратившие способность образовывать металлические связи между атомами и превратившиеся в газы.

Медь попадает из побочной группы в главную группу четвертого периода, принимая свойства щелочных металлов. Завершается же этот период невидимым, превращающимся, как и никель, в особый благородный газ, также с заполненными оболочками. Прометий — снова щелочной металл, а диспрозий — благородный газ. Самым же сильным восстановителем будет рентгений, так как его единственный электрон на внешнем уровне будет самым легко отщепляющимся.

Традиционные благородные газы ведут себя по-разному: гелий, неон и аргон останутся самими собой, поскольку имеют заполненные энергетические уровни, а остальные преобразуются. Криптон $36\text{Kr}1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$, скорее всего, будет иметь возможность вступать в химические реакции как элемент с недостроенным четвертым энергетическим уровнем. Ксенон — $54\text{Xe}1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 4f^8$, имея недостроенную 4f-подоболочку, будет химически активным вплоть до восьмивалентного состояния.

Сверхтяжелые элементы

Как узнать, сколько может быть химических элементов? Ограниченна ли Периодическая таблица? Многие ломали голову над этой проблемой и приходили к самым разным мнениям. Экспериментальные же данные пока что не свидетельствуют в пользу существования каких-то мало-мальски стабильных элементов тяжелее, чем известные. Напомним, что в семидесятых годах XX века после успеха по синтезу сверхтяжелых элементов в ускорителях ученые в разных странах предприняли масштабные поиски следов долгоживущих сверхтяжелых элементов. Согласно базовой идее, если такие элементы существуют, их ядра обязательно должны попадать на Землю в составе космических лучей и оставлять характерные следы в детекторах или горных породах. Найти такие следы ни там, ни там не удалось. Поэтому пока считают, что предела у таблицы Менделеева нет, вопрос лишь в том, сколь долго могут жить сверхтяжелые атомы. Есть мнение, что в районе 120—130 элементов должен быть остров стабильности. Медленно, но верно физики-ядерщики приближаются к нему, и, по мнению руководителя этих работ академика Ю.Ц.Оганесяна из ОИЯИ в Дубне, под руководством которого созданы элементы с 112-го по 118-й, берег этого острова уже достигнут. Во всяком случае, атомы последних сверхтяжелых элементов живут дольше, чем их предшественники, причем удается даже изучить их химические свойства. Вот, например, как выглядел опыт по изучению свойств 112-го элемента, который, исходя из Периодического закона, должен быть подобен ртути. Альтернативной гипотезой было предположение о сходстве элемента с радоном. Чтобы определить, где правда, внутреннюю стенку трубки, сквозь которую летели продукты ядерной реакции, покрыли золотом. Передний конец был нагрет, а задний охлажден до криогенной температуры. Будь элемент 112 аналогом радона, он бы пролетел до конца и прилип к детектору, только замерзнув. А аналог ртути должен был сразу же прилипнуть к золоту, создав амальгаму. Это проверили, пропустив через детектор соответственно атомы радона и ртути. Элемент 112 прилип даже раньше, чем ртуть.

Свойства других элементов следуют из квантово-механических расчетов. Так, 113-й элемент оказывается подобен таллию, только более летучим. Элемент 114, впрочем, несколько отличается от стоящего выше него в группе свинца, поскольку, вероятно, представляет со-



РАЗМЫШЛЕНИЯ

бой газ, но он тоже весьма инертен. Элемент 118 должен быть благородным газом, но обладать большей химической активностью, чем радон. Это неудивительно, ведь в этой группе химическая активность с ростом номера усиливается.

Наверное, самое интересное ожидает химиков после 125—126-го элемента. Там не только может находиться остров стабильности: в игру, согласно расчету, вступают новые, g-электроны. Предполагается, что у этих элементов, называемых суперактинидами, будут одновременно заполняться четыре электронных уровня: 8p, 7d, 6f и 5g.

Кстати, о сверхтяжелых элементах: стоило бы исправить ошибку, допущенную при наименовании 102-го элемента. По иронии судьбы, ошибка допущена в имени того самого человека, который создал саму таблицу элементов. Как нетрудно убедиться, в соответствующей клеточке на русском языке написано название «менделевий». Поскольку великий ученый-генетик Грегор Мендель к этому химическому элементу никакого отношения не имеет, для восстановления справедливости надо добавить еще одну букву «е» и получить «менделеевий».

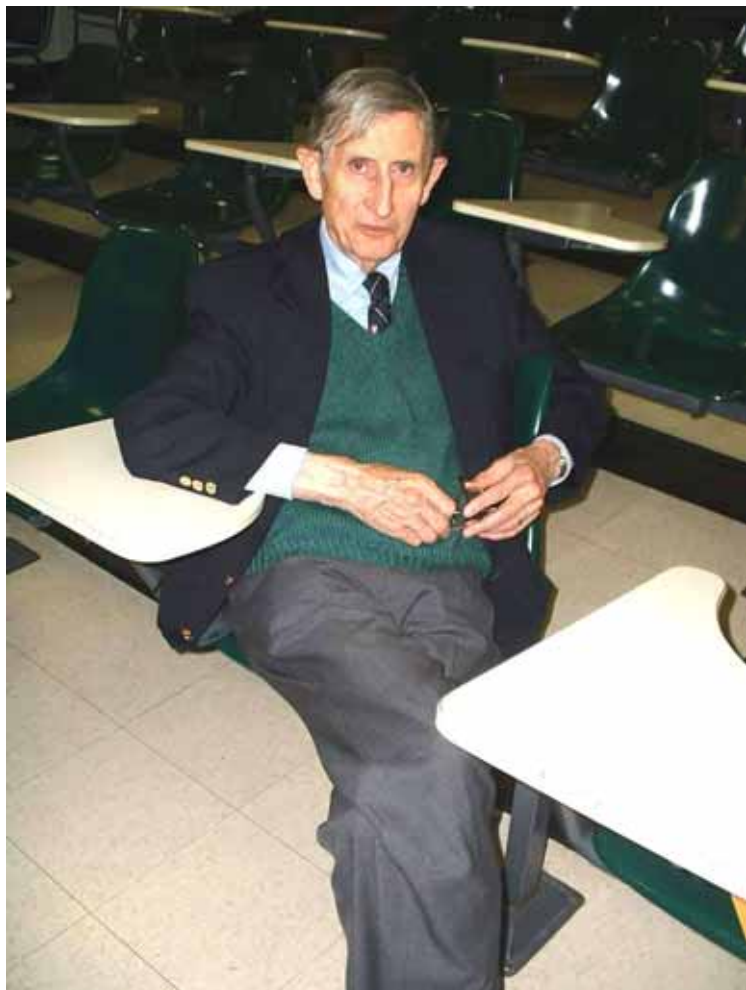
В общем, все эти сведения позволяют утверждать, что Менделеев создал живую систему, которая развивается благодаря работам физиков и химиков. Поэтому в будущем нас ждет немало интересного. Надеемся, что наши мысли отражают действительность, и просим читателей, имеющих иные мнения, вступить с нами в дискуссию.



Разговор с Энрико Ферми

В 2011 году исполняется 110 лет со дня рождения Энрико Ферми, одного из основоположников квантовой физики. Мы представляем читателям рассказ его младшего современника, Фримена Дайсона.

Англо-американский физик-теоретик Ф. Дайсон родился в 1923 году в Кроуторне (Англия). Окончил Кембриджский университет, работал там до конца 40-х годов, затем переехал в США. Активно участвовал в разработке квантовой электродинамики, внес вклад в астрофизику, квантовую теорию поля, физику твердого тела. В круг интересов Дайсона входят также биология, философия науки, футурология, он автор нескольких научно-популярных книг; в «Химии и жизни» опубликована его статья «Сделайте мне слонопотама» (2007, № 1). Недавно вышло его эссе «Птицы и лягушки» о двух основных типах научных работников — тех, кто в лесу не различают деревьев, и тех, кто за деревьями леса не видит («Notices of the AMS», 2009, т. 56, № 2). В марте этого года ученый посетил Москву и прочел в ФИАНе лекцию «Еретические мысли о науке и обществе» (она выложена на сайте «Элементы»).



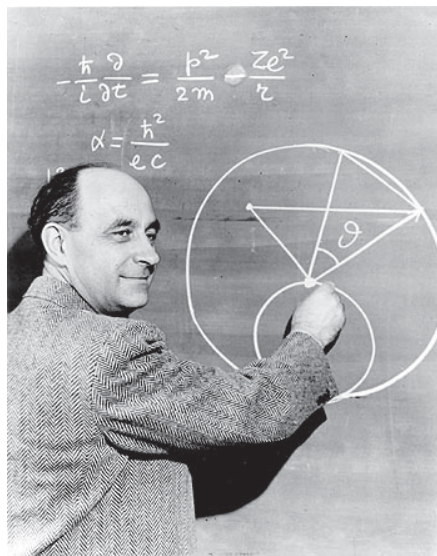
Фримен Дайсон

Одним из поворотных пунктов в моей научной карьере стал разговор с Энрико Ферми весной 1953 года. Ему хватило считанных минут, чтобы вежливо, но безжалостно разнести в пух и прах то направление исследований, которого я со своими сотрудниками придерживался в течение нескольких лет.

Ферми (1901—1954) был одним из крупнейших физиков с выдающимися достижениями как в теории, так и в эксперименте. Он участвовал в создании квантовой статистики (частицы, которые ей подчиняются, теперь называют фермионами), теории бета-распада, исследовал свойства нейтронов, структуру ядер и атомов.

В 1938 году он получил Нобелевскую премию за работы по искусственной радиоактивности, после чего эмигрировал из фашистской Италии в США, где возглавил команду, запустившую в 1942 году первый ядерный реактор в Чикаго. Затем там же был введен в строй циклотрон, на котором Ферми изучал рассеяние пи-мезонов на протонах, добыв тем самым важные сведения о природе сил, связывающих нуклоны в ядре.

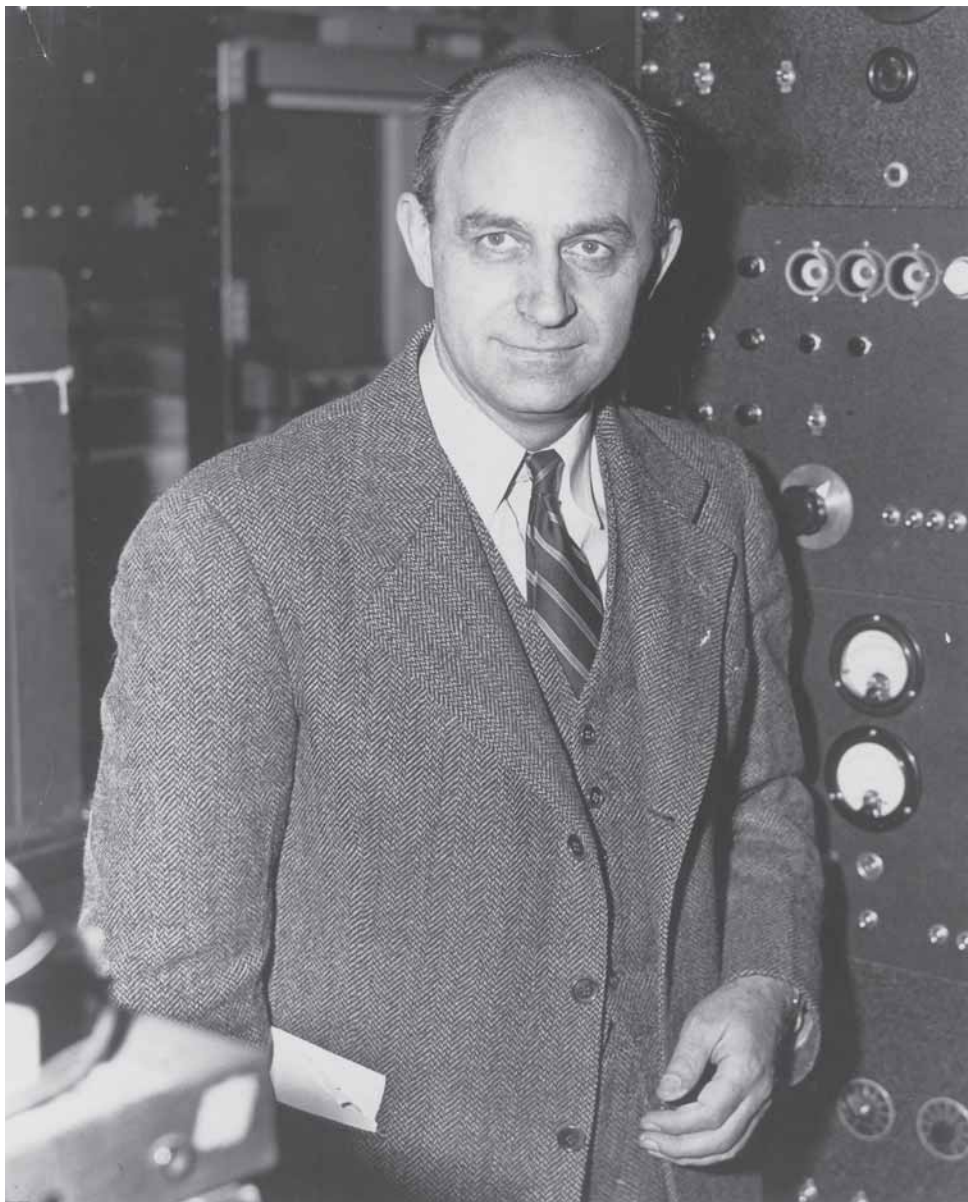
В то время я был молодым профессором физики в Корнелловском университете и руководил небольшой группой аспирантов и постдоков. В конце 40-х годов, используя недавно созданную квантовую электродинамику (КЭД), мы научились рассчитывать атомные явления, добиваясь прекрасного соответствия с экспериментальными данными.



Затем мы начали искать новую область, где могли бы применить освоенный метод, и решили заняться значительно более сложными ядерными процессами — попытаться теоретически описать проведенное Ферми рассеяние. После многих безуспешных попыток нам как будто удалось найти необходимый формальный подход и получить довольно хорошее совпадение с числами, измеренными группой Ферми.

Понятно, что мы горели желанием показать ему нашу работу, и я договорился о встрече. Захватив папку с вычислениями, исполненный гордости и уверенности в одобрении маэстро, я сел на автобус, шедший из Итаки, где расположен Корнелл, в Чикаго.

Приехав в его лабораторию, я начал показывать Ферми наши схемы расчетов, но он быстро пролистал рукопись и отложил ее в сторону. Дружелюбно заинтересовался здоровьем моей жены и недавно родившегося ребенка, потом осведомился о наших общих знакомых. Наконец мы перешли к делу, и тут он спокойным, ровным голосом сказал: «Есть два пути вычислений в теоретической физике. Первый, и я его предпочитаю, это иметь перед



Энрико Ферми

глазами ясную физическую картину явления. Второй — обладать надежным математическим формализмом. У вас же нет ни того, ни другого».

Я был несколько смущен, но все же попросил его объяснить, почему он не доверяет нашему методу. Его ответ заключался в том, что, хотя математический аппарат КЭД несовершенен, он работает хорошо, поскольку там, во-первых, имеется наглядная физическая модель, которая ведет нас к цели, а во-вторых, силы в КЭД слабы, что позволяет, вычисляя, прийти к однозначному результату. А в физике ядра такой путеводной модели пока нет. И при расчете ядерных сил, которые уже не слабы, использованный в КЭД метод начинает пробуксовывать, из-за чего приходится заниматься искусственной подгонкой. Отсюда вывод: наш подход не основывается ни на ясной физике, ни на солидной математике.

(В самом деле, имея дело с расходящимися рядами, мы были вынуждены, чтобы наши вычисления дали приемлемый результат, в большой степени произвольно вводить так называемые процедуры обрезания, которые устраняли возникающие бесконечности.)

В полном отчаянии я спросил Ферми, неужели на него не производит впечатления хорошее совпадение рассчитанных нами значений и его данных измерения? Тогда он задал встречный вопрос: «Сколько свободных параметров вы использовали в своих вычислениях?» Немного подумав, я назвал цифру «четыре». На что Ферми весело заметил: «Мой друг Джонни фон Нейман любит говорить, что с четырьмя параметрами он может получить слона, а с пятью — заставить его двигать хоботом».

На этом предмет обсуждения, в общем, был исчерпан. Мне оставалось поблагодарить Ферми за внимание и



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

отправиться с неутешительной вестью в обратный путь. Поскольку для моих младших коллег было важно иметь печатные работы, мы все же закончили свои расчеты и опубликовали большую статью в «Physical Review». Затем мы все разъехались по разным местам, чтобы заняться каждый своим новым делом, в других областях физики. Я нашел прибежище в Беркли, где погрузился в физику конденсированного состояния.

Теперь, оглядываясь назад полвека спустя, я вижу, что Ферми был абсолютно прав. Ключевое понятие, открывшее путь к решению проблемы ядерных сил, — кварки; протоны и мезоны — это как бы мешки с кварками. До того как Марри Гелл-Манн и другие в 60-х годах выдвинули гипотезу кварков, никакой содержательной теории не могло быть создано. Разумеется, Ферми ничего не знал о кварках, но он чувствовал, что нечто принципиально важное в имеющихся представлениях отсутствует.

Тут проявился стиль научного мышления Ферми. Обладая блестящей интуицией, он нередко справлялся с проблемами без длинных выкладок, так сказать, на клочке бумаги. Начиная, как правило, с качественного рассмотрения конкретных примеров, затем обобщал их, всячески избегая чрезмерного усложнения (он шутил, что изощренный формализм нужен только «жрецам науки»). Его лекции были удивительно прозрачны и понятны. Конечно, это достигалось огромной предварительной работой.

Именно интуиция Ферми помогла нам расстаться с иллюзиями. Я до конца дней буду благодарен ему: сказав горькую правду, он избавил нас от дальнейшей пустой траты сил и времени — движения по дороге, ведущей в никуда.

Перевод с английского
из журнала «Nature»
(2004, т.427, с.297)

Л.Каховского



О бумажной пухлости

Купил недавно несколько книг издательства «ЭКСМО» и был немало удивлен. Книги толстые, а весят как рулон туалетной бумаги, просто невесомые какие-то. На какой бумаге их печатают? Не на туалетной же?

А.Свиридов, Нижний Новгород

Туалетную бумагу, мягкую и гигроскопичную в соответствии с назначением, делают из вторсырья. Печатать на ней что-либо невозможно. Хотя, говорят, в Америке пользуется спросом туалетная бумага с портретами террористов. Книги же по-прежнему печатают на бумаге, изготовленной из древесной целлюлозы. Просто в последнее время появились новые сорта бумаги (наука не стоит на месте). Один из них – так называемая пухлая бумага.

Особенность пухлой бумаги заключается в том, что при небольшой плотности (весе) из нее можно делать толстые листы. Связано это с тем, что в процессе изготовления ее не уплотняют, прогоняя через специальные колландры на финальных стадиях, и толщину не уменьшают. Поэтому пухлая бумага плотностью 45 г/см² по толщине равна офсетной бумаге плотностью 100 г/м². Печатать книги на такой бумаге для издателей одно удовольствие. Выигрыш в весе не менее 30%, а толщина солидная – ведь мы любим толстые книги.

У пухлой бумаги есть и другие достоинства. За счет своей толщины она не просвечивает, поэтому текст, напечатанный на оборотной стороне страницы, не пробивается. Бумажники называют это «превосходной непрозрачностью». А за счет невидимой глазу рыхлости она по-особому отра-

жает свет. Поэтому у этой бумаги приятный оттенок, комфортный для глаза, она не бликует, не слепит и не утомляет глаза. И нам хорошо, ведь в дорогу лучше взять толстую, но легкую книжку, а в школьный рюкзак лучше положить легкие учебники и тетрадки. Хорошо и то, что такая бумага сочетает в себе жесткость и гибкость, поэтому ее листы не деформируются и не погибают.

Сегодня ассортимент пухлой бумаги, газетной и книжной, довольно большой. Ее делают разной плотности (45–90 г/м²), разной пухлости (1,6–2,4 см³/г) и разной толщины (72–180 мкм). В Сыктывкаре на предприятии «Монди СЛПК» пухлую бумагу начали производить в 2007 году. За короткое время объемы ее выпуска увеличились с нескольких десятков до сотен тонн. А с 2009 года комбинат продает ее не только российским, но и зарубежным покупателям. Сегодня этот сорт бумаги уже выпускают на разных предприятиях в России и в других странах. А исследователи в лабораториях продолжают ее совершенствовать.

Нюхательная соль

Скажите, а нюхательная соль, которую часто упоминают в классических романах, — это обычный нашатырь или что-то более сложное?

О.Рындина, Москва

Нюхательная соль — один из любимых атрибутов дам прошлых столетий. Ничто так не подчеркивало нежность и утонченность барышни, как умение упасть в обморок при виде чего-нибудь пугающего или необычного. Крупинки беловатого вещества

в изящном пузырьке или коробочке служили светским львицам того времени и средством от обмороков, и украшением, и инструментом флирта. По иронии судьбы, эстафетную баночку с нюхательной солью перехватили совсем не склонные к сантиментам люди – в первую очередь профессиональные спортсмены. Вдох паров соли освежал сознание и бодрил тело перед важным раундом или забегом.

Что же представляет собой нюхательная соль? «Классический» компонент нюхательной соли – бикарбонат аммония, (NH₄)₂CO₃, представляющий собой невзрачные беловатые кристаллы. Однако у многих нюхательная соль ассоциируется с нашатырем – то есть с хлоридом аммония, NH₄Cl. Нет ли тут противоречия? С точки зрения физиологии разница невелика: оба эти вещества неустойчивы и разлагаются при повышенной температуре или при контакте с водой – хотя бы и с той, что находится в воздухе. При этом выделяется аммиак NH₃, который и действует на рецепторы слизистой оболочки носа. В результате возбуждается дыхательный центр и повышается артериальное давление – тело получает мощный толчок изнутри. Не обязательно, чтобы аммиак был связан с солью – можно просто растворить его в воде и получить нашатырный спирт. Форма соли стала популярной из-за более мягкого действия, да и хранить ее удобнее.

Но вот с точки зрения истории и технологии – далеко не все равно, бикарбонат аммония или нашатырь окажется в руках трепетной барышни. Получать нашатырь человечество научилось давно, и первыми в этой области стали египтяне. Точное время открытия назвать трудно – очевидно, где-то полторы тысячи лет до нашей эры. Географически же его лучше всего привязать к оазису Аммон – одному из оживленных перекрестков того времени, который попутно служил стойбищем для верблюдов. Помет этих животных содержит мочевины, которая в жарком климате быстро разлагалась, образуя аммиак. Распространявшийся запах трудно было не заметить, но вот суметь извлечь из такого необычного источника действующее вещество – задача нетривиальная.

Верблюжий помет сжигали (обычные дрова в условиях пустыни – редкость), а оставшуюся золу подвергали возгонке. Получившиеся бесцветные кристаллы называли «нушадир». Жрецы вдыхали их запах и впадали в

наркотическое состояние. Что в общем-то весьма странно. Возможно, мы не знаем каких-то тонкостей египетской технологии, а может, и сведения о египетских обрядах дошли до нас в искаженном виде. Прошли годы, и «нушадир» стал нашатырем, а оазис Аммон дал название целому ряду соединений на основе аммиака.

Соли на основе нашатыря из Египта использовали в Древнем Риме – об этом свидетельствует Плиний. Позже они стали популярны и в Европе. Своеобразное происхождение нюхательной соли вряд ли понравилось бы барышням из романов XVIII века. На их счастье, в XVII веке для ее получения стали использовать другой источник. За несколько столетий до Остапа Бендера химики собирали у населения рога и копыта (преимущественно олени), измельчали их и нагревали полученную стружку. Выделявшийся из азотистых соединений аммиак взаимодействовал с карбонатами, образуя кристаллы нюхательной соли. Очевидно, соль именно такого происхождения стала популярной в высшем обществе, а бикарбонат натрия попал в энциклопедии как основной ее компонент.

Хотя производители нашатыря тоже не дремали: так, в середине XVIII века англичанин Джеймс Хаттон наладил успешный бизнес по производству нюхательной соли из сажи. Что приятно, его успел обогнать боярский сын Нечаевский, в 1710 году построивший в Енисейской губернии завод по производству нашатыря — пять тонн этого вещества ежегодно получали, нейтрализуя аммиачную воду соляной кислотой.

Нашатырь и бикарбонат аммония встретились и в такой области, как кулинария: например, последний используют в качестве разрыхлителя в исландских воздушных булочках. Нашатырь же в составе салмиака в Финляндии применяют даже для производства конфет. У них характерный черный цвет и не менее характерный сладко-соленый вкус.

Зато в составе тех веществ, что сейчас продают под названием нюхательной соли, трудно встретить что-либо аммиачное. Теперь там в основном эфирные масла – бергамота, лаванды, лимона, герани, которыми пропитывают какой-нибудь адсорбент, хотя бы и обычную поваренную соль. В чувство такая смесь приведет вряд ли, зато ее приятно нюхать. Что ж, каждый век имеет право на свою моду и свои причуды.

Прощай, градусник!

Я слышал, что в Европе запретили производить ртутные градусники. Чем их заменяют? Цифровыми? Наверное, эта мода и до нас дойдет. Но лично мне больше нравятся старые классические градусники со ртутью. Просто надо быть аккуратнее и не разбивать термометры.

С.Панкратов, Таганрог

В европейских странах действительно запретили ртутные термометры. С конца 2009 года бытовые и медицинские изделия (термометры, тонометры, барометры и др.), содержащие ртуть, не могут поступать в продажу. А значит – их производить не будут. Эта жесткая мера связана с ядовитостью жидкого металла. Попадая в окружающую среду, ртуть превращается в еще более ядовитое соединение метилртуть, которое накапливается в организмах животных. Активнее всего этот процесс происходит в водных экосистемах. Метилртуть передается по пищевым цепям морским обитателям, поэтому рыбы и моллюски, скажем, Средиземного моря накапливают в себе ядовитое вещество и вместе с ним попадают на стол к европейцам. Не говоря уже о том, что ртуть сама по себе в парах ядовита.

Теперь ртутных термометров в магазинах Европы не найти. Хотя запрет распространяется только на новые изделия. Ртутные градусники, выпущенные до наложения запрета, можно использовать и перепродавать. А уж те, что произведены более пятидесяти лет назад, и вовсе считаются антиквариатом, поэтому их можно покупать и ввозить в страну.

В прежние годы львиная доля ртути (до 90%) шла на изготовление термометров. Теперь, отказавшись от их производства, Европа выведет из оборота 33 тонны ртути в год. Именно такое количество металла шло на изготовление термометров и рано или поздно попадало в окружающую среду.

На смену ртутным термометрам пришли спиртовые (хорошо забытое старое), цифровые и инфракрасные. Но любителям классической формы градусника огорчаться не стоит. Сегодня в аптеках можно купить градусник, внешне ничем не отличающийся от привычного ртутного. Только начинка у него другая – галинстан. Это жидкий металлический сплав галлия (65%), индия (21,5%) и олова (10%), название которого сложено из первых букв названий металлов, входя-



щих в его состав. Галинстан замерзает при -19°C , закипает при 1300°C , а при комнатной температуре остается жидким и подвижным. Плотность сплава $6,44\text{ г/см}^3$, он не растворяется в воде и органических растворителях. Есть только одна проблема – галинстан слишком хорошо смачивает стекло, то есть прилипает к нему. Однако и эта проблема решена: на внутреннюю поверхность капилляра в термометре наносят тонкий слой оксида галлия.

Но главное заключается в том, что галинстан безвреден, поэтому разбившийся термометр никому не причинит вреда. Так что в немецкой компании «Geratherm Medical AG» нашли прекрасную замену ртути. Термометры с галинстаном выглядят точь-в-точь как наши старые добрые градусники. Стоят они сегодня – восемь долларов за штуку.

А если у вас дома сохранился старый ртутный градусник, припрячьте его. Глядишь, лет через двадцать он станет ценной редкостью.

Р.Акасов, Л.Стрельникова

Откуда берутся гормоны

Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник

Зубной гормон

Что такое гормоны, все более или менее представляют. До недавнего времени было принято считать, что их синтезируют эндокринные железы или специализированные эндокринные клетки, разбросанные по всему организму и объединенные в диффузную эндокринную систему. Клетки диффузной эндокринной системы развиваются из того же зародышевого листка, что и нервные, потому называются нейроэндокринными. Где их только не находили: в щитовидной железе, мозговом веществе надпочечников, гипоталамусе, эпифизе, плаценте, поджелудочной железе и желудочно-кишечном тракте. А недавно их обнаружили в пульпе зуба, причем оказалось, что количество нейроэндокринных клеток в ней меняется в зависимости от здоровья зубов.

Честь этого открытия принадлежит Александру Владимировичу Московскому, доценту кафедры ортопедической стоматологии Медицинского института при Чувашском государственном университете им. И.Н.Ульянова. Нейроэндокринные клетки отличаются характерными белками, и их можно выявить иммунологическими методами. Именно так А.В.Московский их и обнаружил. (Это исследование опубликовано в № 9 «Бюллетеня экспериментальной биологии и медицины» за 2007 год.)

Пульпа — мягкая сердцевинка зуба, в которой находятся нервы и кровеносные сосуды. Ее извлекали из зубов и приготавливали срезы, на которых затем специфические белки искали нейроэндокринных клеток. Делали это в три этапа. Сначала подготовленные срезы обрабатывали антителами к искомым белкам (антигенам). Антитела состоят из двух частей: специфической и неспецифической. После связывания с антигенами они остаются на



срезе неспецифической частью вверх. Срез обрабатывают антителами к этой неспецифической части, которые помечены биотином. Затем этот «бутерброд» с биотином сверху обрабатывают специальными реагентами, и место локализации исходного белка проявляется как красноватое пятнышко.

Нейроэндокринные клетки отличаются от клеток соединительной ткани более крупными размерами, неправильной формой и наличием в цитоплазме красновато-коричневых глыбок (окрашенных белков), нередко закрывающих ядро.

В здоровой пульпе нейроэндокринных клеток немного, но при кариесе их количество возрастает. Если зуб не лечить, то болезнь прогрессирует, а нейроэндокринных клеток становится все больше, причем они скапливаются вокруг очага поражения. Пик их численности приходится на кариес столь запущенный, что воспаляются и ткани вокруг зуба, то есть начинается пародонтит.

У пациентов, которые предпочитают долго мучиться дома, чем один раз сходить к врачу, развивается воспаленная пульпа и пародонта. На этой стадии количество нейроэндокринных клеток уменьшается (хотя их все равно больше, чем в здоровой пульпе) — их вытесняют клетки воспаления (лейкоциты и макрофаги). Снижается их численность и при хроническом пульпите, но при этом заболевании клеток в пульпе вообще остается мало, им на смену приходят склеротические тяжи.

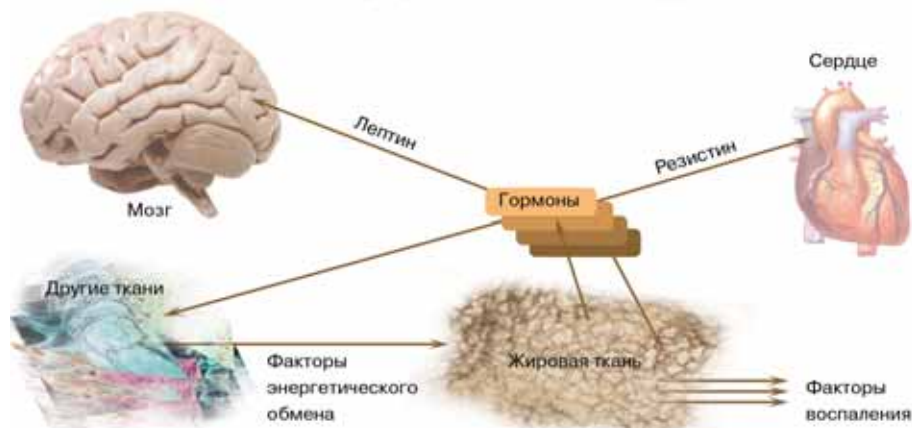
По мнению А.В.Московского, нейроэндокринные клетки при кариесе и пульпите регулируют в очаге воспаления процессы микроциркуляции и ме-

таболизма. Поскольку нервных волокон при кариесе и пульпите тоже становится больше, эндокринная и нервная системы и в этом вопросе действуют сообща.

Гормоны везде?

В последние годы ученые выяснили, что производство гормонов — отнюдь не прерогатива специализированных эндокринных клеток и желез. Этим занимаются и другие клетки, у которых множество других задач. Их список растет год от года. В него попали различные клетки крови (лимфоциты, эозинофильные лейкоциты, моноциты и тромбоциты), ползающие вне кровеносных сосудов макрофаги, клетки эндотелия (выстилки кровеносных сосудов), эпителиальные клетки тимуса, хондроциты (из хрящевой ткани), клетки амниотической жидкости и плацентарного трофобласта (той части плаценты, которая врастает в матку) и эндометрия (это из самой матки), клетки Лейдига семенников, некоторые клетки сетчатки и клетки Меркеля, расположенные в коже вокруг волос и в эпителии подногтевого ложа, мышечные клетки. Список синтезируемых ими гормонов тоже довольно длинный.

Взять, к примеру, лимфоциты млекопитающих. Помимо положенной им продукции антител, они синтезируют мелатонин, пролактин, АКТГ (адренокортикотропный гормон) и соматотропный гормон. «Родиной» мелатонина традиционно считают эпифиз — железу, расположенную у человека в глубине мозга. Синтезируют его и клетки диффузной нейроэндокринной системы. Спектр действия мелатони-



РАССЛЕДОВАНИЕ

Действие гормонов жировой ткани

на широк: он регулирует биоритмы (чем особенно знаменит), дифференцировку и деление клеток, подавляет рост некоторых опухолей и стимулирует выработку интерферона. Пролактин, вызывающий лактацию, вырабатывается передней долей гипофиза, но в лимфоцитах он действует как фактор роста клеток. АКТГ, который также синтезируется в передней доле гипофиза, стимулирует синтез стероидных гормонов коры надпочечников, а в лимфоцитах регулирует образование антител.

А клетки тимуса, органа, в котором образуются Т-лимфоциты, синтезируют лютеинизирующий гормон (гормон гипофиза, вызывающий синтез тестостерона в семенниках и эстрогенов в яичниках). В тимусе он, вероятно, стимулирует клеточное деление.

Синтез гормонов в лимфоцитах и клетках тимуса многие специалисты рассматривают как доказательство существования связи между эндокринной и иммунной системами. Но это еще и весьма показательная иллюстрация современного состояния эндокринологии: нельзя сказать, что некий гормон синтезируется там-то и делает то-то. Мест его синтеза может быть много, функций тоже, и часто они зависят именно от места образования гормона.

Эндокринная прослойка

Иногда скопление неспецифических гормонопроизводящих клеток образует полноценный эндокринный орган, и немаленький, такой, например, как жировая ткань. Впрочем, размеры его переменны, и в зависимости от них меняются спектр «жировых» гормонов и их активность.

Жир, доставляющий современному человеку столько неприятностей, на самом деле представляет собой ценнейшее эволюционное приобретение.

В 1960-е годы американский генетик Джеймс Нил сформулировал гипотезу «бережливых генов». Согласно этой гипотезе, для ранней истории человечества, да и не только для ранней, характерны периоды продолжительного голодания. Выживали те, кто в промежутках между голодными годами успевал отъедаться, чтобы потом было чем худеть. Поэтому эволюция отбирала аллели, которые способствовали быстрому набору веса, а также склоняли человека к малой подвижности — сидючи, жир не растрясешь. (Генов, которые влияют на стиль поведения и развитие ожирения, известно уже несколько сотен.) Но жизнь изменилась, и эти внутренние запасы нам теперь не впрок, а к болезни. Избыток жира вызывает тяжкий недуг — метаболический синдром: комбинацию ожирения, устойчивости к действию инсулина, повышенного артериального давления и хронического воспаления. Пациенту с метаболическим синдромом недолго ждать сердечно-сосудистых заболеваний, диабета второго типа и множества других недугов. И все это — результат действия жировой ткани как эндокринного органа.

Основные клетки жировой ткани, адипоциты, совсем не похожи на секреторные клетки. Однако они не только запасают жир, но и выделяют гормоны. Главный из них, адипонектин, предотвращает развитие атеросклероза и общих воспалительных процессов. Он влияет на прохождение сигнала от рецептора инсулина и тем самым препятствует возникновению инсулинрезистентности. Жирные кислоты в клетках мышц и печени под его действием окисляются быстрее, активных форм кислорода становится меньше, а диабет, если он уже есть, протекает легче. Более того, адипонектин регулирует работу самих адипоцитов.

Казалось бы, адипонектин незаменим при ожирении и может предотвратить развитие метаболического синдрома. Но, увы, чем сильнее разраста-

ется жировая ткань, тем меньше гормона она производит. Адипонектин присутствует в крови в виде тримеров и гексамеров. При ожирении тримеров становится больше, а гексамеров — меньше, хотя гексамеры гораздо лучше взаимодействуют с клеточными рецепторами. Да и само количество рецепторов при разрастании жировой ткани сокращается. Так что гормона не просто становится меньше, он еще и действует слабее, что, в свою очередь, способствует развитию ожирения. Получается порочный круг. Но его можно разорвать — похудеть килограммов на 12, не меньше, тогда количество рецепторов приходит в норму.

Еще один замечательный гормон жировой ткани — лептин. Как и адипонектин, его синтезируют адипоциты. Лептин известен тем, что подавляет аппетит и ускоряет расщепление жирных кислот. Такого эффекта он достигает, взаимодействуя с определенными нейронами гипоталамуса, а уж дальше гипоталамус сам распоряжается. При избыточной массе тела продукция лептина увеличивается в разы, а нейроны гипоталамуса снижают к нему чувствительность, и гормон бродит по крови несвязанный. Поэтому, хотя уровень лептина в сыворотке больных ожирением повышен, люди не худеют, поскольку гипоталамус его сигналы не воспринимает. Однако рецепторы к лептину есть и в других тканях, их чувствительность к гормону остается на прежнем уровне, и они охотно реагируют на его сигналы. А лептин, между прочим, активирует симпатический отдел периферической нервной системы и повышает кровяное давление, стимулирует воспаление и способствует образованию тромбов, иными словами, вносит сильную лепту в развитие гипертонии и воспаления, свойственных метаболическому синдрому.

Развитие воспаления и устойчивости к инсулину вызывает и еще один гормон адипоцитов, резистин. Резистин представляет собой антагонист инсулина, под его действием клетки

сердечной мышцы снижают потребление глюкозы и накапливают внутриклеточные жиры. А сами адипоциты под влиянием резистина синтезируют намного больше факторов воспаления: хемотаксического для макрофагов белка 1, интерлейкина-6 и фактора некроза опухоли-б (MCP-1, IL-6 и TNF-б). Чем больше резистина в сыворотке, тем выше систолическое давление, шире талия, больше риск развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Справедливости ради надо отметить, что разрастающаяся жировая ткань стремится исправить вред, причиняемый ее гормонами. С этой целью адипоциты больных ожирением в избытке производят еще два гормона: висфатин и апелин. Правда, их синтез происходит и в других органах, в том числе в скелетных мышцах и печени. В принципе эти гормоны противостоят развитию метаболического синдрома. Висфатин действует подобно инсулину (связывается с инсулиновым рецептором) и снижает уровень глюкозы в крови, а еще очень сложным образом активирует синтез адипонектина. Но безусловно полезным этот гормон назвать нельзя, поскольку висфатин стимулирует синтез сигналов воспаления. Апелин подавляет секрецию инсулина, связываясь с рецепторами бета-клеток поджелудочной железы, понижает артериальное давление, стимулирует сокращение клеток сердечной мышцы. При уменьшении массы жировой ткани его содержание в крови снижается. К сожалению, апелин и висфатин не могут противостоять действию других адипоцитарных гормонов.

Гормональная активность жировой ткани объясняет, почему избыточный вес приводит к таким серьезным последствиям. Однако недавно ученые обнаружили в организме млекопитающих эндокринный орган покрупнее. Оказывается, наш скелет вырабатывает по крайней мере два гормона. Один регулирует процессы минерализации кости, другой — чувствительность клеток к инсулину.

Кость заботится о себе

Читатели «Химии и жизни» знают, конечно, что кость живая. Ее строят остеобласты. Эти клетки синтезируют и выделяют большое количество белков, главным образом коллагена, остеокальцина и остеоопонтина, создающих органический матрикс кости, который затем минерализуется. При минерализации ионы кальция связываются с неорганическими фосфатами, образуя

гидроксиапатит $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$. Окружив себя минерализованным органическим матриксом, остеобласты превращаются в остеоциты — зрелые, многоотростчатые веретенообразные клетки с крупным округлым ядром и малым количеством органелл. Остеоциты не соприкасаются с кальцинированным матриксом, между ними и стенками их «пещерок» существует зазор шириной около 0,1 мкм, а сами стенки выстланы тонким, 1—2 мкм, слоем неминерализованной ткани. Остеоциты связаны друг с другом длинными отростками, проходящими по специальным канальцам. По этим же канальцам и полостям вокруг остеоцитов циркулирует тканевая жидкость, питающая клетки.

Минерализация кости протекает нормально при соблюдении нескольких условий. Прежде всего необходима определенная концентрация кальция и фосфора в крови. Эти элементы поступают с пищей через кишечник, а выходят с мочой. Поэтому почки, фильтруя мочу, должны задерживать ионы кальция и фосфора в организме (это называется реабсорбцией).

Должное всасывание кальция и фосфора в кишечнике обеспечивает активная форма витамина D (кальцитриол). Она же влияет на синтетическую активность остеобластов. Витамин D превращается в кальцитриол под действием фермента 1б-гидроксилазы, который синтезируется главным образом в почках. Еще один фактор, влияющий на уровень кальция и фосфора в крови и активность остеобластов, — паратиреоидный гормон (ПТГ), продукт паратиреоидных желез. ПТГ взаимодействует с костной, почечной и кишечной тканями и ослабляет реабсорбцию.

Но недавно ученые обнаружили еще один фактор, регулирующий минерализацию кости — белок FGF23, фактор роста фибробластов 23. (Большой

вклад в эти работы внесли сотрудники фармацевтической исследовательской лаборатории пивоваренной компании «Кирин» и кафедры нефрологии и эндокринологии Токийского университета под руководством Такээси Ямасита. Синтез FGF23 происходит в остеоцитах, а действует он на почки, контролируя уровень неорганических фосфатов и кальцитриола.

Как выяснили японские ученые, ген FGF23 (здесь и далее гены, в отличие от их белков, обозначаются курсивом) ответствен за две серьезные болезни: аутосомный доминантный гипофосфатемический рахит и остеомаляцию. Если проще, то рахит представляет собой нарушенную минерализацию растущих детских костей. А слово «гипофосфатемический» означает, что болезнь вызвана нехваткой фосфатов в организме. Остеомаляция — это деминерализация (размягчение) кости у взрослых, вызванная нехваткой витамина D. У пациентов, страдающих этими недугами, повышен уровень белка FGF23. Иногда остеомаляция возникает в результате развития опухоли, причем отнюдь не костной. В клетках таких опухолей также повышена экспрессия FGF23.

У всех больных с гиперпродукцией FGF23 понижено содержание фосфора в крови, а почечная реабсорбция ослаблена. Если бы описанные процессы находились под контролем ПТГ, то нарушение фосфорного обмена повлекло бы за собой усиленное образование кальцитриола. Но этого не происходит. При остеомаляции обоих видов концентрация кальцитриола в сыворотке остается низкой. Следовательно, в регуляции фосфорного обмена при этих заболеваниях первую скрипку играет не ПТГ, а FGF23. Как выяснили ученые, этот фермент подавляет синтез 1б-гидроксилазы в почках, поэтому и возникает нехватка активной формы витамина D.



Скелетные гормоны

При недостатке FGF23 картина обратная: фосфора в крови в избытке, кальцитриола тоже. Аналогичная ситуация имеет место и у мутантных мышей с повышенным уровнем белка. А у грызунов с отсутствующим геном *FGF23* все наоборот: гиперфосфатизация, усиление почечной реабсорбции фосфатов, высокий уровень кальцитриола и повышенная экспрессия 1 α -гидроксилазы. В результате исследователи пришли к выводу, что FGF23 регулирует фосфатный обмен и метаболизм витамина D, причем этот путь регуляции отличен от ранее известного пути с участием ПТГ.

В механизмах действия FGF23 ученые сейчас разбираются. Известно, что он сокращает экспрессию белков, отвечающих за поглощение фосфатов в почечных канальцах, а также экспрессию 1 α -гидроксилазы. Поскольку FGF23 синтезируется в остеоцитах, а действует на клетки почек, попадая туда через кровь, этот белок можно назвать классическим гормоном, хотя кость никто не рискнул бы назвать эндокринной железой.

Уровень гормона зависит от содержания фосфат-ионов в крови, а также от мутаций в некоторых генах, также влияющих на минеральный обмен (*FGF23* ведь не единственный ген с такой функцией), и от мутаций в самом гене. Этот белок, как и всякий другой, находится в крови определенное время, а затем расщепляется специальными ферментами. Но если в результате мутации гормон приобретает устойчивость к расщеплению, его станет слишком много. А есть еще ген *GALNT3*, продукт которого расщепляет белок FGF23. Мутация в этом гене вызывает усиленное расщепление гормона, и при нормальном уровне синтеза большой испытывает недостаток FGF23 со всеми вытекающими последствиями. Есть белок *KLOTHO*, необходимый для взаимодействия гормона с рецептором. И как-то FGF23 взаимодействует с ПТГ, конечно. Исследователи предполагают, что он подавляет синтез паратиреоидного гормона, хотя до конца в этом не уверены. Но ученые продолжают работу и скоро, видимо, разберут все действия и взаимодействия FGF23 до последней косточки. Подождем.

Скелет и диабет

Безусловно, должная минерализация костей невозможна без поддержания нормального уровня кальция и фосфатов в сыворотке крови. Поэтому вполне объяснимо, что кость «лично» контролирует эти процессы. Но что ей,

спрашивается, до чувствительности клеток к инсулину? Однако в 2007 году исследователи из Колумбийского университета (Нью-Йорк) под руководством Джерарда Карсенти обнаружили, к величайшему удивлению научного сообщества, что на чувствительность клеток к инсулину влияет остеокальцин. Это, как мы помним, один из ключевых белков костного матрикса, второй по значению после коллагена, а синтезируют его остеобласты. Сразу после синтеза специальный фермент карбоксилирует три остатка глутаминовой кислоты остеокальцина, то есть вводит в них карбоксильные группы. Именно в таком виде остеокальцин и включается в состав кости. Но часть молекул белка остается некарбоксилированной. Такой остеокальцин обозначают uOCN, он и обладает гормональной активностью. Процесс карбоксилирования остеокальцина усиливает остеотестикулярный белок тирозинфосфатаза (OST-PTP), понижающий, таким образом, активность гормона uOCN.

Началось с того, что американские ученые создали линию «безостеокальциновых» мышей. Синтез костного матрикса у таких животных проходил с большей скоростью, чем у обычных, поэтому кости оказались более массивными, но свои функции выполняли хорошо. У этих же мышей исследователи обнаружили гипергликемию, низкий уровень инсулина, малое количество и пониженную активность вырабатывающих инсулин β -клеток поджелудочной железы и повышенное содержание висцерального жира. (Жир бывает подкожный и висцеральный, отложенный в брюшной полости. Количество висцерального жира зависит главным образом от питания, а не от генотипа.) Зато у мышей, дефектных по гену OST-PTP, то есть с избыточной активностью uOCN, клиническая картина обратная: слишком много β -клеток и инсулина, повышенная чувствительность клеток к инсулину, гипогликемия, жира почти нет. После инъекций uOCN у нормальных мышей увеличивается количество β -клеток, активность синтеза инсу-

лина и чувствительность к нему. Уровень глюкозы приходит в норму. Так что uOCN — это гормон, который синтезируется в остеобластах, действует на клетки поджелудочной железы и мышечные клетки. И влияет он на продукцию инсулина и чувствительность к нему соответственно.

Все это было установлено на мышах, а что же люди? По данным немногочисленных клинических исследований, уровень остеокальцина положительно ассоциируется с чувствительностью к инсулину, и в крови диабетиков он значительно ниже, чем у людей, не страдающих этой болезнью. Правда, в этих исследованиях медики не различали карбоксилированный и некарбоксилированный остеокальцин. В том, какую роль играют эти формы белка в человеческом организме, еще предстоит разобраться.

Но какова роль скелета, оказывается! А мы-то думали — опора для мышц.

FGF23 и остеокальцин — классические гормоны. Они синтезируются в одном органе, а влияют на другие. Однако на их примере видно, что синтез гормонов не всегда есть специфическая функция избранных клеток. Она скорее общебиологическая и присуща любой живой клетке, независимо от ее основной роли в организме.

Стерта не только грань между эндокринными и неэндокринными клетками, само понятие «гормон» становится все более расплывчатым. Например, адреналин, дофамин и серотонин, безусловно, гормоны, но они же и нейромедиаторы, ибо действуют и через кровь, и через синапс. А адипонектин оказывает не только эндокринное действие, но и паракринное, то есть действует не только через кровь на отдаленные органы, но и через тканевую жидкость на соседние клетки жировой ткани. Так что предмет эндокринологии меняется на глазах.



РАССЛЕДОВАНИЕ





Чихать на бактерии!

Р.Акасов

Сколько раз мама запрещала вам подбирать на улицах всякие интересные штуковины и отправляла мыть руки перед обедом? Наверняка много. Но еще чаще вы не слушались — подбирали, не мыли и... ничего слишком страшного с вами не происходило. Неужели микробы существуют в одном измерении с аистом, приносящим детей, и Дедом Морозом? К сожалению, нет. Бактерии, вирусы и грибки ждут своего шанса, затаившись на вашей коже, поручнях в метро, кнопках мобильного телефона. Палец в

рот не клади — ни им, ни себе. Но мы можем позволить себе забыть об этом зоопарке благодаря отлаженной работе иммунной системы. Одна из линий обороны — фермент лизоцим, обязательный компонент слез, слюны, слизистых оболочек носа, кишечника, легких. Этаким ров на пути одноклеточных варваров, пытающихся проникнуть в наш организм. Как он работает, почему работает и как сделать так, чтобы он заработал еще лучше?

Слезы за три пенса

Так уж получилось, что почти всякое значительное открытие в науке сопровождалось случайностью — по крайней мере, в глазах человека стороннего. Каждый школьник знает, что Архимед обязан своим открытием ванне, Ньютон — яблоку, Менделеев — так и вовсе здоровому и крепкому сну. С этой точки зрения открытие лизоцима относится к самым что ни на есть значительным.

В 1922 году микробиолог Александр Флеминг, засевав чашку Петри, чихнул. В этом не было ничего страшного

или предосудительного: люди иногда чихают, и микробиологи — не исключение. Чашку следовало вымыть, а опыт повторить. Более аккуратные коллеги шотландца так бы и сделали. Но Флеминг говорит: «Как интересно!», закрывает чашку и оставляет ее вместе с остальными. И через некоторое время видит такую картину: бактерии, которые он успел посеять, выросли и образовали сплошной слой колоний на агаре — в микробиологии это называют газоном. Но газон этот не сплошной, а с отдельными чистыми участками, на которых почему-то никто не выжил. Флеминг догадался: «проплешины» оставила слизь, покинувшая его собственный нос в результате несвоевременного чиха. Значит, в слизи есть некое вещество, убивающее бактерии?

Флеминг проводит серию опытов. Необходим источник этого вещества, достаточно чистый и удобный для работы. Флеминг быстро находит подходящий — это слезная жидкость. Сотрудникам лаборатории пришлось поплакать как следует. В ход обычно шли лимоны: с них срезали цедру и выжимали ее в глаз, при этом пипеткой с закругленным кончиком собирали слезы и помещали с таким трудом добытый материал в пробирку. «Полкубика» слез с человека — отличный результат, но этого все равно мало. Как говорится, кот наплакал. За три пенса плакали во имя науки технические служащие и даже любопытствующие посетители.

Действующее вещество назвали лизоцимом. «Lysis» — лизис, разрушение; окончание «цим» — дань ферментативной природе вещества. Также выяснили, что лизоцим действует не на все бактерии, а преимущественно на непатогенные. Причем наиболее чувствительными к лизоциму оказались желтые кокки — те самые, на которые чихнул Флеминг. Шотландец сделал вывод, что лизоцим — естественная защита организма от проникновения бактерий, и такая идея была для своего времени весьма революционной. Сам И.И. Мечников (между прочим, лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине за труды по иммунитету) утверждал, что природа не употребляет антисептиков, а бактерии с поверхности удаляются при механическом слушивании эпителия. Но Флеминг находит антимикробную активность и в кусочке ногтя, и в соскобе ткани, и в волосе.

Опыты потрясающе простые и наглядные: достаточно поместить кусочек ногтя в пробирку с микробной суспензией — и она светлеет, а содержащиеся в ней микроорганизмы растворяются. Его сотрудники обнаруживают лизоцим в молоке, в икре щуки, в слизи дождевого червя, в стеблях и листьях садовых растений, в репе. Флеминг пытается ответить на важный практический вопрос: можно ли убить болезнетворные микроорганизмы, подействовав на них повышенной концентрацией лизоцима?

Говорят, снаряд дважды в одну воронку не попадает. В случае с Флемингом явно попалась бракованная снаряды: в 1928 году одна из его чашек снова пострадала из-за небрежности. В этот раз на ней выросла плесень. И опять же — ничего необычного, неизбежная пометка в трудной работе, мало ли этой плесени выросло у микробиологов всех времен. Но шотландец вновь говорит: «Как интересно!» и внимательнейшим образом изучает чашку.

На границе с плесенью — чистая зона, все бактерии погибли. Флеминг пересаживает эту ставшую драгоценной плесень и начинает опыты с ней. Это, как вы догадались, момент рождения пенициллина и антибиотиков. Что в этом случае сыграло главную роль — везение Флеминга, которому попалась необычная плесень, или его внимательность и нестандартное мышление? Вопрос риторический. Однако полученное вещество убивало не только тривиальные бактерии, как лизоцим, но и возбудите-



лей болезней. Результат всем известен — антибиотики спасли (и еще спасут) десятки миллионов жизней, а лизоцим отошел в тень. Действительно, нужен ли он кому-то, пока есть такие чудесные антибиотики?

«Убивайте всех! Господь узнает своих!»

Если верить немецкому монаху-писателю Цезарию Гестербахскому, именно этой фразой папский легат Арнольд-Альмарик ответил на вопрос, как распознать еретиков среди католиков? Принцип действия многих антибиотиков, даже современных, мало чем отличается от этой классической формулировки: в результате их действия страдают как бактерии, так и организм-хозяин.

Например, тетрациклин или пуромицин прерывают синтез белка на рибосомах — к счастью, в основном на бактериальных. Саркомицин нарушает синтез пуринов и пиримидинов, без которых не строится ДНК ни одного живого существа. Выигрыш достигается за счет того, что для крохотных бактерий с коротким жизненным циклом дефицит того или иного вещества смертелен, а относительно долгоживущие клетки макроорганизма подобный расклад переживут, хотя хорошо им от этого тоже не будет.

Некоторые антибиотики дают и вовсе неприятные последствия — например, поражают костный мозг или слуховой нерв, вызывая снижение слуха. Есть, конечно, и антибиотики со специфическим антибактериальным или антигрибковым действием — тот же пенициллин, разрушающий связи между полисахаридными цепочками бактерий. Но микроорганизмы быстро приобретают к ним устойчивость, вынуждая химиков изощряться и изменять молекулы антибиотика до их полной неузнаваемости. Подобная гонка вооружений заставляет медиков быть все время настороже, искать и испытывать все новые антибиотики и прятать их в рукаве на случай появления особо устойчивых возбудителей. Весьма нервная ситуация.

Кроме того, далеко не каждая бактерия в человеческом организме — враг. Самый яркий пример — симбиотическая микрофлора кишечника, о важности которой нам без устали твердит реклама. Но даже те микроорганизмы, которые просто живут с нами на территории одного тела, полезны уже тем, что не дают вторгаться посторонним микробам. Так что антибиотики, уничтожая все подряд, лишают нас и важного союзника в борьбе с потенциальными возбудителями.

Встречают по одежке

В старом анекдоте Штирлица, идущего по ночному Берлину, выдавали буденовка и волочащийся парашют. Бактерии, попав в наш организм, тоже не способны скрыть свою оболочку. Ее важнейший компонент — муреин, он же пептидогликан. Муреин состоит из углеводной цепоч-

ки и пептидного «хвоста», по аминокислотному составу которого можно определить систематическую принадлежность бактерии. Лизоцим не трогает пептид, зато успешно разрывает связь между N-ацетилглюкозамин и N-ацетилмурамовой кислотой. Оболочка бактерии может содержать несколько слоев муреина. Лизоцим разрезает их слой за слоем, обнажая цитоплазматическую мембрану, которая состоит из двойного липидного слоя. Там уже за дело берутся другие литические ферменты, и незваному гостю приходит конец.

Пептидогликан есть в оболочке всех бактерий, а в наших клетках его нет. Причем вероятность того, что какая-либо мутация сделает бактерии устойчивым к лизоциму, практически равна нулю: наличие пептидогликана – слишком фундаментальный признак, чтобы от него можно было легко отказаться. Хотя, например, некоторые условно-патогенные бактерии способны выделять антилизоцимный фактор — биология, в отличие от физики, ужасно не любит всего абсолютного.

Но главная причина устойчивости многих бактерий к лизоциму в другом. Часть из них имеет сравнительно толстую, около 80 нанометров, оболочку из муреина, местами пронизанного тейхоевыми кислотами. Масса такого пептидогликанового мешка может достигать до 80% от всей массы бактерии. Эта оболочка неплохо защищает от физических и химических воздействий, но для лизоцима вскрыть ее не составляет особого труда. Вторая группа бактерий обзавелась куда менее толстой муреиновой шубой (всего 8 нм, это один — три слоя пептидогликана), зато сверху ее защищает третий слой — еще одна липидная мембрана. Липидная мембрана неполярна, лизоцим — полярен, поэтому проникнуть внутрь и добраться до полисахаридного мешка ему затруднительно.

Бактерий первой группы микробиологи называют грамположительными, второй — грамотрицательными. Никакого отношения к их массам это не имеет, просто эти две группы можно различить с помощью анилиновых красителей, зафиксированных иодом. Это и есть окрашивание по Граму. Если после него этанол обесцвечивает клетку — ее относят к грамотрицательным, в противном случае — к грамположительным. Предполагают, такое различие как раз связано с разным строением оболочек.

Поскольку большинство патогенных бактерий грамотрицательны, лизоцим против них практически бессилен. Точнее, следовало бы сказать наоборот: именно те, кто научился противостоять лизоциму, и представляют опасность для человека. Тем же, кто перед ним спасовал, оставалось искать менее рискованные экологические ниши.

Съешь лягушку из пруда?

Помните стихи Леонида Филатова?

Захворала — не беда!
 Съешь лягушку из пруда!
 Нет надежней медицины,
 Чем природная среда!

Есть лягушек в терапевтических целях, пожалуй, не стоит. Хотя, как читатели, наверное, догадались, лягушке без лизоцима тоже никуда. Слизь, защищающая ее от высыхания, содержит немало этого фермента. Достаточно, чтобы, скажем, помещенная в кувшин с молоком лягушка предотвратила скисание. Говорят, этот метод был весьма популярен до изобретения холодильников. Современная пищевая промышленность, однако, использует лизоцим отдельно от лягушек.

В списке пищевых добавок лизоцим имеет индекс E1105. Встретить это обозначение не так просто: область при-

менения лизоцима не слишком широка. Главным образом это производство твердых сыров. Иногда в них происходит нежелательное брожение, технологи называют его «вспучиванием». Чтобы этого избежать, добавляют либо нитраты, которые затем переходят в нитриты и тормозят развитие микрофлоры, либо лизоцим. К нитратам у потребителя отношение весьма настороженное, поэтому годов с 70-х все чаще отдают предпочтение лизоциму.

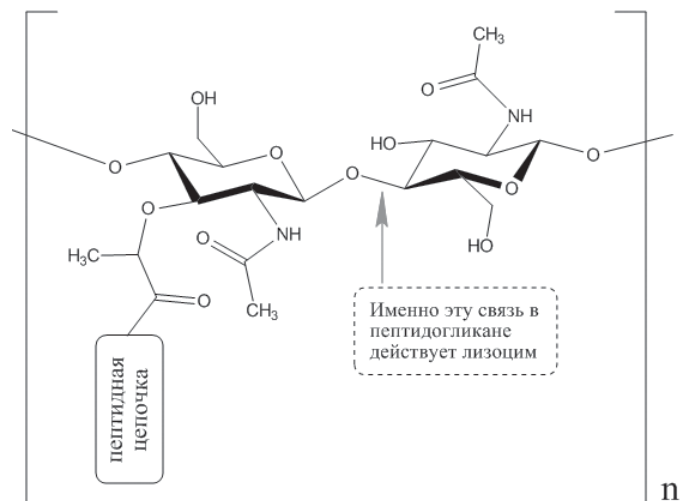
В принципе лизоцим можно было бы применять и в технологии переработки мяса, и при изготовлении продуктов из рыбы. Мешают этому относительно высокая цена и не очень высокая устойчивость — все-таки фермент, большие концентрации соли и температура выше 60° его инактивируют. Поэтому в качестве консервантов обычно используют органические кислоты, дешевые и вполне надежные.

В медицине, где вопрос цены компонентов стоит не так остро, лизоцим достаточно популярен — в составе ополаскивателей для рта, антибактериальных мазей и пробиотиков. Применяют его и при лечении глазных болезней, например конъюнктивита.

Получать лизоцим можно из нескольких источников, но традиционный — куриное яйцо. В нем лизоцима много, около 3% от сухой массы, и даже в разведении 1:60 000 000 яичный белок сохраняет способность растворять некоторые микробы. Если бы не такие ударные дозы фермента, бактерии с удовольствием селились бы во вкусном и питательном яйце, ведь скорлупа для них не слишком серьезная преграда. Лизоцим можно выделить, осаждая его с помощью обычной поваренной соли. Но процесс этот весьма долг, а выход фермента невысок. Современная технология — использование ионообменных смол: этот метод сейчас применяют в Бельгии, Франции, Финляндии, Японии.

Лизоцим куриного яйца — один из наиболее изученных ферментов. Это достаточно небольшой белок: 129 аминокислотных остатков и молекулярная масса около 14 000 дальтон. Он стал первым ферментом, чью трехмерную структуру изучили с помощью рентгеноструктурного анализа, случилось это еще в 1965 году. Оказалось, что лизоцим — очень удобный лабораторный объект.

Яйцо — не единственный возможный источник лизоцима. Например, его вполне успешно синтезируют бактерии для борьбы со своими сородичами. И не только его, но и другие внеклеточные литические ферменты. Это не только позволяет держать соседей на расстоянии, но и обеспечивает клетке дополнительные питательные вещества. Причем лизоцим бактериальный — не то же самое, что



лизозим куриного яйца. А лизоцим яйца — не то же, что лизоцим молока.

И вообще, разнообразностей лизоцима может быть очень много. Связано это с тем, что лизоцим — фермент, то есть белок, и поэтому состоит из аминокислот, последовательность которых записана в генетическом коде. Важнейшая его характеристика — субстрат, то есть вещество, на которое действует фермент. Так вот, все лизоцимы атакуют одну и ту же связь в одном и том же веществе — пептидогликане. При этом они могут быть сделаны из разного количества аминокислот и, значит, по-разному выглядеть в пространстве. Отсюда берется множество вторичных признаков — разная молекулярная масса (обычно от 13 до 23 тысяч дальтон), разная активность в тех или иных условиях, разные продукты расщепления. Если вспомнить, что и пептидогликаны отличаются по составу пептидных хвостов, и не забывать о прочих элементах оболочек — получается сложная картина, в которой не так просто разобраться. Но бактерии (и не только бактерии) как-то умудряются это делать и синтезируют именно те варианты фермента, которые минимально действуют на них самих и максимально — на конкурентов.

Враг моего врага

Зная, с каким удовольствием представители микромира травят и сжидают друг друга со света, логично предположить, что на каждую вредную для нас бактерию можно попытаться натравить ее естественного врага. Подход тем более заманчивый, что существуют очень удобные кандидаты на роль врагов — бактериофаги. Это вирусы, очень похожие на те, от которых страдаем мы, но поражают они только бактерий. Попытки использовать фаги в медицине относятся еще к 1920-м годам, а в 1930 — 1932-е их применяли для борьбы с эпидемией холеры в Индии.

Главное их преимущество — очень высокая специфичность: фаг крепится к определенному белку на внешней оболочке бактерии и лишь после этого впрыскивает внутрь свою генетическую информацию. Количество фагов стремительно нарастает с каждой новой жертвой, они не влияют на нормальную микрофлору и могут работать совместно с обычными антибиотиками. Но специфичность оборачивается недостатками, из-за которых фаговая терапия так и не вышла на первый план. Каждый тип вируса нацелен на один-единственный штамм бактерии, небольшая мутация в белке-рецепторе жертвы — и фаг бессилен. А последствия мутации в самом фаге могут быть непредсказуемыми. Поэтому каждый фаг нужно долго и тщательно изучать, прежде чем вводить в организм человека, а действовать он в итоге будет лишь на один штамм возбудителя.

Впрочем, можно пойти чуть дальше. Фаг — не очень сложная биологическая машина: количество белков, кодируемых его нуклеиновыми кислотами, гораздо меньше, чем у любого другого организма. И задача фага проста и незатейлива: найти жертву, проникнуть, размножиться и ждать следующей. Для нас наиболее интересно то, как фаг проникает в клетку. Именно на этом этапе он задействует свой лизоцим, а также ряд схожих литических ферментов. Если бы не они, фаг, даже закрепившись на поверхности, не смог бы пробиться сквозь слой пептидогликана. Можно размножить большое количество фага, выделить из него ферменты и использовать их как средство от бактерий. Но это трудно — фаги очень маленькие, и отделить их от ферментов не так просто. Да и культивировать сами фаги сложнее, чем традиционные для биотехнологии бактерии или дрожжи.



Как всегда в сложных случаях, на помощь приходит генная инженерия. Можно выделить из фага ген, отвечающий за синтез лизоцима, и встроить его в более удобный для выращивания организм. Бактерии подходят плохо, ведь накапливающийся лизоцим будет подавлять их развитие. А вот дрожжи — хороший вариант. Мурина в них нет, поэтому лизоцим им не помеха. Чтобы рекомбинантный лизоцим мог проникать сквозь внешнюю неполярную мембрану грамотрицательных бактерий, к нему «пришивают» гидрофобный пептид длиной до пяти аминокислот. Причем такой же подход применим и к другим литическим ферментам, похожим по действию на лизоцим — например, разрушающим соседние связи в том же пептидогликане. В англоязычной литературе их всех объединяют словом «lysins». Но в русском языке это слово прижилось плохо, потому что слишком напоминает название аминокислоты лизин. Так что у нас их тоже называют лизоцимами — по наиболее известному ферменту этого класса. Еще один вариант названия, который можно встретить в литературе, — энзиобиотики, то есть белковые антибиотики.

Описанная технология реализована сегодня для некоторых возбудителей. Например, в ГосНИИгенетике в Москве успешно работают с фагами синегнойной палочки. За рубежом подбирают средство против золотистого стафилококка и клостридий. До больниц подобные новшества еще не успели дойти, но главное, что цепочка «бактерия — фаг — препарат из рекомбинантных литических ферментов фага» работает. Это позволяет надеяться, что к любому возбудителю можно будет подобрать наиболее губительный для него лизоцим. И тогда врачи научатся подавлять даже те штаммы бактерий, которые уже успели приобрести устойчивость к антибиотикам. При этом специфичность действия препарата будет такова, что непатогенные микроорганизмы не погибнут, но все штаммы возбудителя попадут под удар.

Можно провести такую аналогию: обычный антибиотик — это отмычка, открывает все замки, но неудобна в повседневной жизни и может испортить замок. Тогда дверь уже никак не открыть. Фермент, играющий роль антибиотика, — ключ к замку, открывает только его, но может работать без нареканий много лет. Правда, ключей нужна очень большая связка. Чтобы заменить отмычки ключами, осталось всего ничего: перебрать 10^{31} бактериофагов (именно такой цифрой оценивается их количество на планете) и выбрать те, которые смогут подавлять ту или иную инфекцию. Хорошая, благородная задача на ближайшие годы.



Темная сердцевина свечного пламени хорошо видна простым глазом

Как зажечь огонь

И.А.Леенсон

*Неистов и упрям,
Гори, огонь, гори,
На смену декабрям
Приходят январь.*

Булат Окуджава

Первый огонь

Горение — первая химическая реакция, с которой познакомился первобытный человек. И научился примитивно ею управлять, добавляя в нужное время сучья в костер. Тысячи лет огонь использовали для обогрева, приготовления пищи, освещения. Вокруг костра или очага проходила вся общественная жизнь людей. Непередаваемая игра языков пламени запечатлелась в общественном сознании, поэтому любое пламя — свечей, костра, пожара — и в XXI веке так завораживающе действует на человека.

Овладение огнем немало способствовало тому, чтобы человек разумный занял господствующее положение на планете. Вероятно, одним из первых религиозных представлений стало поклонение

огню. В Индии в древнейших гимнах «Ригведы» воспевается Агни — бог огня, домашнего очага и жертвенного костра, по числу упоминаний он занимает второе место после Индры, главы всех богов. Именно от древнего индоевропейского корня произошли и латинское *ignis*, и русское «огонь»; этот корень есть во всех славянских языках, и не только в них (по-литовски огонь — *ugnīs*, по-латышски — *uguns*, да и по-английски *igneous* — огненный).

Первый использованный человеком огонь был нерукотворным: его зажгла молния или вулканическая лава. Вид горящего леса вызывал панический ужас у всего живого. «Красным цветом... называли огонь, — пишет Редьярд Киплинг в «Книге джунглей», — потому что ни один зверь в джунглях не назовет огонь его настоящим именем. Все звери смертельно боятся огня». Человек сумел преодолеть страх и приручил огонь. Многие мифы связывали овладение огнем с древними героями, похитившими его с неба. Самый известный — миф о Прометее; дав людям огонь, он был за это жестоко наказан богами.

Вспыхнувшее от удара молнии дерево — редкое явление, поэтому сохранение огня было важным ритуалом. Потеря огня, особенно в холодное время, была почти эквивалентна потере жизни. Отсюда многие древние и современные ритуалы: жрецы в храмах поддерживали неугасимый огонь, горят свечи в христианских храмах, по субботам зажигают свечи иудеи, в память о погибших горит Вечный огонь, перед очередными Олимпийскими играми из Греции несут олимпийский огонь.

Вплоть до XX века огонь был единственным средством не только обогрева и получения механической работы в паровых машинах, но и освещения. Улицы и помещения освещались факелами или плоскими с растительным маслом или животным жиром (изредка для этих целей использовали спермацет — воскообразное вещество из головы кашалота). Затем их сменили свечи (восковые и более дешевые стеариновые и парафиновые), керосиновые лампы и газовые фонари. Однако в свет переходит лишь ничтожная часть энергии пламени (десятые доли процента), в основном она выделяется в виде теплоты.

В течение многих веков огонь добывали трением, а затем — ударом кресала о кремень (см. «Химию и жизнь», 2009, № 3). Искры при ударе давал, в частности, минерал пирит, откуда и происходит его название.

Наконец, зажигалка

В 1770 году была изобретена электрическая зажигалка, в которой струя водорода воспламенялась от искры электрофорной машины. Такая зажигалка могла служить для красивых демонстраций на лекции, но не для использования в быту. Появление зажигалки, какой мы ее знаем, связано с именем немецкого химика Иоганна Вольфганга Дёберейнера. Одно из важнейших его открытий — катализ: способность мелкодисперсной платины (платиновой черни) инициировать протекание ряда химических реакций; при этом сама платина не претерпевает изменений. В 1821 году Дёберейнер обнаружил, что платиновая

чернь окисляет пары винного спирта до уксусной кислоты уже при обычной температуре. Через два года он открыл способность губчатой платины при комнатной температуре воспламенять водород. Если смесь водорода и кислорода (гремучий газ) ввести в соприкосновение с платиновой чернью или с губчатой платиной, то сначала идет сравнительно спокойная реакция горения. Но так как эта реакция сопровождается выделением большого количества теплоты, губка раскаляется и гремучий газ может взорваться. На основании своего открытия Дёберейнер сконструировал «водородное огниво» — прибор, широко применявшийся для получения огня до изобретения спичек. В нем



Иоганн Вольфганг Дёберейнер (1780—1849), открыл явление катализа. На марке ГДР (1980) он изображен рядом со своей каталитической горелкой

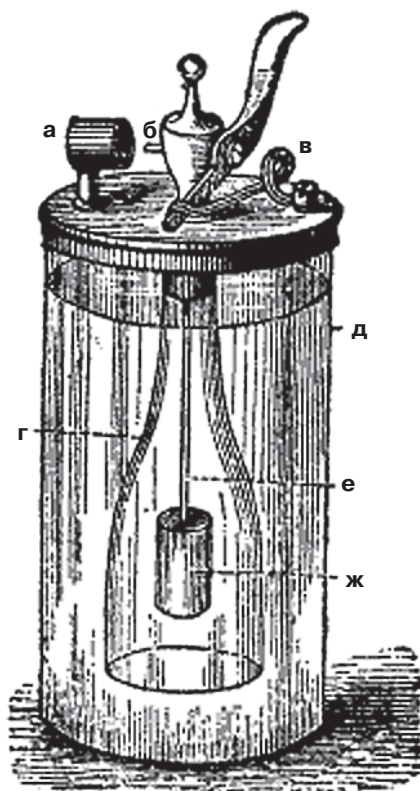
струя водорода, получаемого действием цинка на раствор серной кислоты, направлялась на мелкодисперсную платину и загоралась.

В 1862 году голландский промышленник Петрус Якоб Кипп сконструировал аппарат для получения водорода, ныне носящий его имя. Эту конструкцию использовали и в водородном огниве: выходящую из аппарата струю водорода направляли на губчатую платину. Придя с ней в соприкосновение в присутствии воздуха, водород воспламенялся. Конечно, аппарат Киппа в карман не положишь; прибор мог быть только стационарным. «Водородное огниво» быстро вытеснило спички, сначала опасные фосфорные, потом безопасные серные. Однако спички легко отсыревают, пламя задувается ветром, на производство спичек тратится древесина, для их изготовления используется опасная бертолетова соль. Альтернативой спичкам служат зажигалки. Раньше их заправляли бензином. Бензин пропитывал фитиль, испарялся, и его пары поджигались искрой, получаемой от трения стального колесика о маленький цилиндр, сделанный из специального сплава. Этот сплав изобрел австрийский химик Карл Ауэр фон Вельсбах, воспользовавшись удивительным свойством церия: если проволоку из этого металла поскрести ножом, то образующиеся мельчайшие пылинки самовоспламеня-

ются на воздухе (такое свойство называется пирофорностью — от греческих слов *pyr* — огонь и *phoros* — несущий). Ауэр усилил пирофорность церия, сплавив его с другими металлами. Получился сплав (так называемый мишметалл, от немецкого *mischen* — смешивать), который при ударе или энергичном трении о стальное колесико дает множество искр, и они легко поджигают фитиль. Для зажигалочных кремней оптимален состав: церий — 66%, лантан — 8%, железо — 25%, магний — 0,5%, медь — 0,5%. Зажигалки позволили сэкономить во всем мире бесчисленное количество спичечных коробков.

Аналогичный сплав на основе церия используется в трассирующих пулях и снарядах. Специальная насадка из пирофорного сплава надета на снаряд снаружи, а роль «колесика» в зажигалке, высекающего искру, играет воздух. При больших скоростях трение насадки о воздух заставляет снаряд искриться, и путь его легко проследить.

Бензиновые зажигалки со временем уступили место более удобным газовым. В них под небольшим давлением находится сжиженный газ — бутан или его смесь с пропаном. Механизм поджига прежний: колесико и кремль. В новых конструкциях нет движущихся деталей, зажигание производит тонкая нихромовая проволока, накаляемая то-



Водородное огниво Дёберейнера. Зажим для губчатой пластинки (а), сопло (б), прижимная пружина (в), открытый сосуд (г), цилиндр (д), штифт (е), цинковый цилиндр (ж)

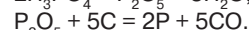
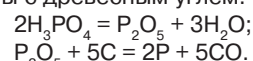


ком, либо искра, которая проскакивает между двумя электродами. В обоих случаях в зажигалке должен быть источник энергии — батарейка. Альтернатива — пьезоэлектрические зажигалки, которые не требуют дополнительных источников питания: при сжатии некоторых кристаллов в них генерируется высокое напряжение, которое и создает искру. Сравнительно недавно венгерские изобретатели, вспомнив «огниво» Дёберейнера, сконструировали зажигалку нового типа: на выходе струи газа находится платиновая спиралька, которая катализирует реакцию горения. Пламя у новой зажигалки сильное и устойчивое, ему не страшен ветер. Таким пламенем можно не только поджечь сигарету, но и сварить при необходимости тонкую проволоку.

История спички

Водородное «огниво» Дёберейнера было громоздким и непереносным прибором. В 1831 году французский студент Шарль Сория, которому тогда было 19 лет, придумал намазывать на деревянные палочки смесь из белого фосфора, бертолетовой соли, растительной камеди и некоторых добавок. Достаточно было чиркнуть такой спичкой о любую шероховатую поверхность (например, о подошву башмака), как повышение температуры в результате трения немедленно вызывало бурную взрывную реакцию $5\text{KClO}_3 + 6\text{P} = 5\text{KCl} + 3\text{P}_2\text{O}_5$, приводящую к воспламенению спички. Однако у Сория не было денег, чтобы запатентовать свое изобретение; он не смог также наладить массовое производство спичек. Спустя два года это сделал немецкий химик Иоганн Каммерер.

Фосфорные спички стали популярны, спрос на белый фосфор возрос, в Германии и Франции начали строить фабрики по производству фосфора путем прокалывания смеси фосфорной кислоты с древесным углем:

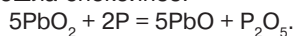


В 1844 году фосфор начали получать в Англии, а затем и в других странах. В

Россию фосфорные спички впервые попали в 1836 году, и в последний год своей жизни иностранной новинкой в принципе мог воспользоваться А.С.Пушкин. Вскоре в Петербурге была открыта фабрика «по выделыванию зажигательных спичек», а к 1882 году в России было уже 263 спичечные фабрики! В результате цена спичек снизилась в 20 раз.

Однако фосфорные спички были чрезвычайно опасны. И производство, и потребление этих спичек сопровождалось многочисленными пожарами и отравлениями. Среди «тургеневских барышень» пользовался популярностью такой способ самоубийства: с головки спичек соскабливался фосфор и выпивался с водой. Известен случай гибели от ожогов женщины, наступившей на фосфорную спичку: от загоревшейся спички вспыхнуло ее платье. В конце концов фосфорные спички были запрещены почти во всех странах (в России — в 1875 году).

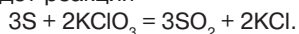
Менее опасными оказались «бесшумные спички», которые изобрел венгерский химик Янош Ирини. Он заменил в головке спички бертолетову соль на менее сильный окислитель — диоксид свинца, и реакция окисления фосфора пошла спокойнее:



Однако любые усовершенствования ничего не могли поделать с ядовитостью белого фосфора. Проблема была решена, когда на смену фосфорным пришли так называемые безопасные (они же шведские) спички. Произошло это только после того, как в 1847 году австрийский химик Антон Шрёттер фон Кристелли обнаружил, что, если белый фосфор нагревать в герметичном железном сосуде, он превращается в неизвестную до этого разновидность — красный фосфор. (Шрёттер сделал еще одно замечательное изобретение: он первым рекомендовал дамам использовать перекись водорода для обесцвечивания волос.) Шведские спички были изобретены в 1848 году, однако не шведом, а немецким химиком Рудольфом Бёттгером. Он догадался, что красный фосфор надо отделить от сильного окислителя — бертолетовой соли. Название новые спички получили из-за того, что впервые их массовое производство наладили в 60-е годы XIX века братья Лундстрём в Йенчёпинге на юге Швеции.

В современных спичках красный фосфор входит только в состав намазки на коробке (к нему может быть добавлен сульфид фосфора P_4S_3). В намазке находятся также сульфид сурьмы Sb_2S_3 , мумия Fe_2O_3 (или свинцовый сурик Pb_3O_4), мел, молотое стекло, костяной клей, некоторые другие вещества. Горючие вещества есть и в спичечной го-

ловке — это сера с добавкой сульфида сурьмы или фосфора, а окислителем служит бертолетова соль KClO_3 (к ней могут добавляться также другие окислители — дихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, диоксид марганца MnO_2 , хромат бария BaCrO_4 , диоксид свинца PbO_2). Кроме того, в головке есть оксид цинка ZnO , молотое стекло, костяной клей, мумия или сурик. При трении головки спички о намазку мельчайшие частички красного фосфора на боковой поверхности коробки воспламеняются и поджигают головку спички, при этом в основном идет реакция



Реакция эта происходит настолько быстро (чистая смесь серы с бертолетовой солью взрывается от удара), что осиновая основа спички не успевает загореться; легче загорается парафин, которым пропитана верхняя часть спички, а горящий парафин уже поджигает древесину. В общем, настоящий химический завод.

Гори, свеча, гори

В наиболее распространенном типе пламени горючее вещество и окислитель поступают в зону горения независимо и в этой зоне реагируют, образуя пламя. Идеальной и в то же время достаточно простой его моделью такого пламени может служить обыкновенная свеча — одно из наиболее совершенных изобретений человека, не утратившее до сих пор своего значения. В отличие от лучины, свеча горит довольно медленно, без копоти, в течение многих часов давая ровное и сравнительно яркое пламя. До изобретения электрического освещения просторные залы и дворцы освещались сотнями и тысячами свечей.

В общих чертах процессы, происходящие при горении свечи, были выяснены еще в позапрошлом веке. В декабре 1860 года английский физик Майкл Фарадей прочитал в большом зале Королевского института в Лондоне шесть публичных рождественских лекций «Химическая история парафина». В этих лекци-

ях, предназначенных в основном для подростков, Фарадей подробно рассказал о своих исследованиях по физике и химии горения и показал ряд простых и поучительных опытов.

Фарадей не записывал своих лекций. К счастью, присутствовавший на его лекциях молодой английский химик Уильям Крукс, впоследствии президент Королевского общества (Английской академии наук), записал лекции Фарадея и издал их, сопроводив иллюстрациями и комментариями. Еще при жизни Фарадея книга «История свечи» была в 1866 году переведена на русский язык, а затем несколько раз переиздавалась.

Во времена Фарадея свечи делали чаще всего из стеарина (от греч. *stear* — жир, сало) — жирной на ощупь полупрозрачной массы белого или желтоватого цвета. Это смесь твердых жирных кислот с общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$, среди которых преобладает стеариновая кислота (обычно с примесью пальмитиновой и олеиновой). Стеарин плавится в интервале 50—65°C, что очень удобно для изготовления и эксплуатации свечей. Когда-то производство стеарина для свечей было важной отраслью промышленности (достаточно сказать, что в Энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона стеарину посвящено около семи страниц мелкого текста и 16 рисунков, тогда как в современной пятитомной Химической энциклопедии — всего четыре строчки).

Сейчас свечи делают в основном из парафина — бесцветного воскообразного вещества, который состоит из смеси твердых предельных неразветвленных углеводородов состава $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, содержащих от 16 до 30 атомов углерода в молекуле. Парафин легче воды, легко плавится (при 45—65°C). Его получают главным образом при переработке нефти, которая, в зависимости от месторождения, может содержать от долей процента до 20% и более парафина. Парафин при комнатной температуре химически инертен, а при высокой температуре легко сгорает с выделением углекислого газа и воды, почти не образуя копоти. Парафином пропитывают часть спички, прилегающей к головке, чтобы древесина легче загорелась.

Для правильного горения свечи очень важен фитиль, который должен сгорать без остатка одновременно с парафином. Современный фитиль делают из хлопчатобумажных нитей, пропитанных солями фосфорной и борной кислот. Эти вещества способствуют тому, что целлюлоза, из которой состоит в основном хлопок, сгорает без остатка. А когда-то снятие нагара со свечей было проблемой; для этого выпускали специальные щипцы. Важен и диаметр фитиля: слишком толстый даст коптящее пламя, а у слишком тонкого пламя будет ма-



Янош Ирини изображен на венгерской марке (1954). Дата рождения на марке указана неверно, Ирини родился в 1817 году

леньким и может погаснуть. Скорость, с которой сгорает свеча, зависит, помимо прочего, от скорости притока воздуха в зону горения. Нагретый пламенем горячий воздух поднимается вверх, а на его место снизу и сбоку приходят струи холодного воздуха. Он охлаждает верхний ободок свечи и не дает расплавиться находящемуся там воску, поэтому расплавленный воск оказывается в «чашечке» из твердого воска и не выливается. Космонавт в космическом корабле, находящемся на земной орбите, не смог бы наблюдать за горящей свечой: в отсутствие силы тяжести горячий воздух вверх не поднимется, а свежий не сможет подойти к зоне горения, и свеча погаснет.

После зажигания свечи огонь быстро растапливает часть парафина около фитиля, образуя небольшую лужицу. Жидкий парафин капиллярными силами поднимается по фитилю вверх, как вода от корней растения к ветвям и листьям. Добравшись до горячей зоны, парафин частично испаряется, а частично разлагается. Испаряются в основном более легкие парафиновые углеводороды. Температура в самой верхней части горящего фитиля составляет около 600°C. Этого вполне достаточно, чтобы закипели и более тяжелые углеводороды. Так, гексадекан $C_{16}H_{34}$ кипит при температуре 286,8°C, эйкозан $C_{20}H_{42}$ при 343°C, докозан $C_{22}H_{46}$ при 368,6°C. Но тяжелые углеводороды при высокой температуре и атмосферном давлении не кипят, а разлагаются. Практически сразу же после испарения разлагаются в горячей зоне и легкие углеводороды; продукты разложения запускают целый каскад сложных химических превращений, о которых еще пойдет речь.

Непосредственно над горящим фитилем легко заметить темный несветящийся конус, температура в его нижней части равна 800°C, а в верхней — 1000°C. В эту часть пламени кислород почти не доходит. Темный конус окружен желтым пламенем, которое и испускает свет; его температура — 1200°C. А сбоку от желтого пламени, в основном в нижней его части, виден тонкий слой голубого огня — это самая горячая часть пламени, ее температура — 1400°C (температура в разных участках пламени была измерена с помощью микротермопар). Все эти особенности пламени, которые характерны не только для свечи, объясняются различными химическими процессами — в каждой зоне пламени они свои.

Свечение твердых тел и газов зависит от температуры. Чем выше температура, тем чаще сталкиваются атомы и молекулы. Энергия столкновения передается электронам, которые переходят на более высокий энергетический уровень. Самопроизвольное возвращение элект-

тронов в исходное состояние сопровождается излучением квантов света — фотонов. Если нагревать твердое тело, то по мере повышения температуры его цвет постепенно переходит от красного к желтому и, наконец, белому. Свечение же раскаленных частиц в газах зависит от их химической природы. Так, возбужденные атомы ртути в люминесцентных лампах испускают много невидимых ультрафиолетовых лучей, атомы гелия испускают желтый свет, неона — оранжевый, аргона — зеленовато-голубой и т. д. Атомы ртути и благородных газов в трубках возбуждаются электрическим разрядом. В пламени возбужденные электроны происходят не только из-за высокой температуры, но и за счет энергии разнообразных химических реакций.

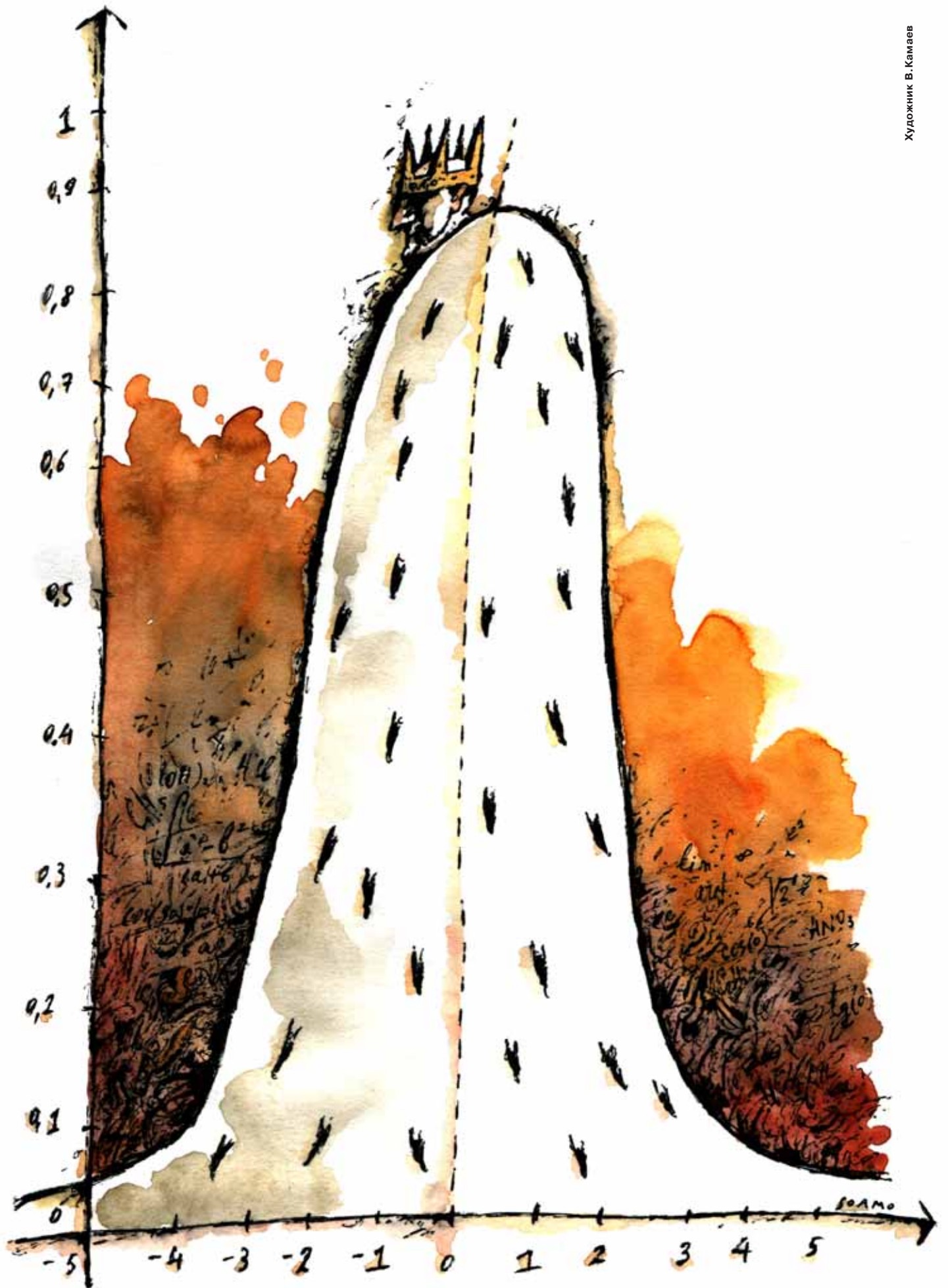
Цвет пламени зависит от природы возбужденных частиц, находящихся в зоне горения. Так, горящий магний испускает ослепительный белый свет — это светится раскаленный теплотой реакции ее продукт — твердый оксид магния MgO. Возбужденные атомы, а также частицы, состоящие из нескольких атомов, испускают свет определенных длин волн, на этом основан спектральный анализ. Испускание света раскаленными частицами используется в пиротехнических составах — смесях горючего вещества, окислителя и веществ, окрашивающих пламя (обычно это соли металлов). При высокой температуре, которую дает горящий состав, соединения металлов светятся разными цветами: стронций дает карминово-красный цвет, натрий — желтый, барий — зеленый, медь — синий. Искрящиеся «звездочки» содержат порошки металлов (магния, алюминия). Порох, смешанный с чугунными опилками, дает при сгорании красивый сноп искр. Небольшой и безопасный «фейерверк» можно устроить дома с помощью корки мандарина или апельсина. Если сильно сжать корку, из нее брызнет струйка жидкости, содержащей эфирное масло: направленная на огонь, струйка дает в воздухе красивые вспышки пламени.

Фарадей тоже иллюстрировал свои лекции простыми опытами, которые легко повторить в домашних условиях.

С помощью тонких стеклянных трубочек он выводил вещества из разных участков пламени и показывал, что одни из них представляют собой еще не сгоревшую сажу, другие — горючие газы, которые можно поджечь на другом конце трубочки. Похожий опыт можно воспроизвести с помощью листа бумаги, свернутой в виде конуса. Если поджечь широкую часть бумажного конуса, расположенного горизонтально, из его узкой части начнут выделяться пары — продукты неполного разложения целлюлозы. При поджигании эти пары загораются. Продукты неполного сгорания обуславливают запах, который появляется, когда свечу гасят. Эти продукты в виде белого дымка можно быстро поджечь спичкой или зажигалкой (их нужно держать наготове зажженными), и тогда пламя снова охватит фитиль, «спутившись» на него сверху. Легко обнаруживается и один из продуктов горения — пары воды: если подержать над пламенем холодный и достаточно массивный (чтобы не нагрелся) металлический предмет, он покроется капельками воды.

В заключение — об одной ошибке. Иногда на уроках показывают такой опыт: в тарелку с водой пускают плавать деревянный или пенопластовый кружок, на котором укреплен горящая свеча. На кружок со свечой опускают перевернутую стеклянную банку и ставят ее в таком виде на дно сосуда с водой. Через некоторое время свеча гаснет, и примерно пятая часть банки заполняется водой. Опыт якобы показывает, что лишь пятая часть воздуха (кислород) поддерживает горение, однако эффект объясняется нагревом воздуха при горении свечи и его охлаждением при прекращении оно. Так что опыт не иллюстрирует состав воздуха, а подтверждает высказывание Фарадея: «Явления, наблюдающиеся при горении свечи, таковы, что нет ни одного закона природы, который при этом не был бы так или иначе затронут».





Императивы науки

Член-корреспондент РАН

А.В. Николаев,

Институт физики Земли

им. Г.А.Гамбургцева ОИФЗ РАН



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Иные вещи непонятны нам не потому, что понятия наши слабы, но потому, что эти вещи не входят в круг наших понятий.

Козьма Прутков

Развитие научных идей должно подчиняться требованиям некоторых научных императивов — непреложных истин, принципов, взглядов. Научные императивы медленно меняются со временем и должны бы подчиняться требованию коммунизма в широком смысле этого слова: истинность утверждения не должна зависеть от того, кем оно высказано, от национальной, религиозной или какой-то другой клановой принадлежности автора. Но это только «в принципе», на самом деле все обстоит не совсем так. Иногда даже — совсем не так. Поэтому смена императивов происходит в результате серьезной борьбы и носит революционный характер. Похоже, что сейчас мы вступили в такой этап развития научного знания.

Сравнительно недавно, три десятка лет назад, в геологии — геодинамике, тектонике, геофизике, сейсмологии стараниями академика М.А.Садовского и его учеников произошла смена фундаментальных представлений. Пришла новая модель, названная моделью «геофизической среды». Посмотрим повнимательнее на лежащие в ее основе императивы и связанные с ними парадоксы. Не исключено, что, будучи сформулированы в достаточно общем виде, без учета специфики именно геофизики, они дадут представление о том, каким будет в XXI веке научное знание в самых разных направлениях науки об окружающей нас среде — от климатологии до социологии. В этом проявляется действие принципа аналогий, который использует сама природа в выборе эволюционных решений, ведь и во времени, и в пространстве действуют общие законы, которые приводят к общим следствиям.

Поведение нелинейной среды

Нынешняя физическая модель геологической среды основана на пяти новых положениях. Они таковы:

— горные породы, геологическая среда иерархически неоднородны, сложны;

— среда физически нелинейна: принцип суперпозиции не действует, структура имеющихся в ней геофизических полей (гравитационного, электромагнитного, поля деформаций) неодинакова в пространстве—времени, и, в отличие от линейной среды, отклик на воздействие зависит от его амплитуды;

— среда активна, то есть не только поглощает, но и излучает энергию (например, тепло, сейсмическую, акустическую и электромагнитную эмиссию);

— среда изменчива во времени, неоднородности пере-

мещаются, изменяют свои физические и химические свойства;

— в реальной среде геофизические поля взаимодействуют между собой.

Эти свойства в отдельности были известны, но считалось, что каждое из них существует само по себе и все события можно описать классической моделью — локально однородной и сплошной, линейной, пассивной, неизменной во времени. Новая модель оказалась гораздо сложнее, поскольку все эти качества тесно связаны друг с другом. В частности, оказалось, что сложное целое обладает свойствами, которых нет у его частей. Поэтому, как бы мы хорошо эти части ни знали, поведение составленного из них целого будет непредсказуемым и неожиданным; порой даже очень незначительное изменение начальных условий станет приводить к заметному изменению результата. Следствием такой неустойчивости будут «мерцающие» решения и закономерности, которые проявляют себя отнюдь не всегда даже при сходных на первый взгляд обстоятельствах. Отсюда возникает очень интересное следствие: требование повторяемости эксперимента, а именно оно лежит в основе нынешней системы верификации научных знаний, часто оказывается нарушенным, однако из этого не следует, что не справедлива сама проверяемая идея. То же можно сказать и о значении контрпримера: само его существование не всегда означает отрицание справедливости утверждения.

Сходным образом проявляет себя и интуитивно понятный принцип Ле-Шателье: система реагирует на внешнее воздействие так, чтобы уменьшить эффект этого воздействия, сохранить свое устойчивое состояние. В сложной системе все не столь однозначно. В одних условиях этим принципом можно руководствоваться для оценки последствий какого-то действия, а в других, в случае сильной неустойчивости, система поведет себя непредсказуемо; она способна выбрать режим с обострением, встать на путь катастрофы. Именно так ведет себя геофизическая среда, когда при небольшом внешнем воздействии она вдруг порождает разрушительное землетрясение.

Другое более широкое толкование особенности проявления принципа Ле-Шателье применительно к активной, нелинейной системе указывает на ее стремление занять метастабильное состояние, остановиться на состоянии неустойчивого равновесия. Так появляется движущий механизм эволюции, непрерывного и постоянного развития активной среды.

В этом развитии можно выделить два аспекта. Первый из них — дивергенция, расхождение путей эволюции под влиянием изменения внешних условий или различия тех условий, что были в начале процесса. Дивергенции противостоит конвергенция: сближение эволюционных путей под влиянием сходных условий. В биологии это проявляется в открытом Н.И.Вавиловым параллелизме изменчи-

ности — родственные виды, образованные в результате расхождения эволюционных путей, долго сохраняют структурное сходство на последующих этапах развития. В приложении к неживой природе, Земле, такое проявление можно заметить в сохранении структурной устойчивости в пределах гомологических рядов.

Удивительно, что, несмотря на богатейшие эволюционные возможности, мир удерживается в рамках некоторых законов, закономерностей большой общности. В геофизике это закономерности возникновения землетрясений, инициированных землетрясений, процесса подготовки и формирования предвестниковых явлений. В живых организмах сходные условия приводят к структурному сходству при сильном функциональном различии. Все это, казалось бы, противоречит природе, которая игнорирует огромное разнообразие возможных путей. Соответственно при выборе схожих путей эволюции растет вероятность невероятных событий. Так и должно быть в нелинейной среде. Этим мы и обязаны разнообразию окружающего нас мира.

Редкие события

На редкие события не все обращают внимание, однако они представляют собой довольно распространенный класс явлений природы вообще и геофизики в частности. Особенность экспериментальных данных, когда какое-то свойство многократно измеряют и получают статистику наблюдений, часто выражена в том, что центральная часть распределения хорошо следует простому статистическому закону вроде закона Гаусса. А вот «хвосты» распределений затянuty, утяжелены, в общем, плохо описываются подобными законами. Это известная проблема «тяжелых хвостов».

Несмотря на то что тяжелые хвосты, редкие события характерны для нелинейных явлений, ученые, не желая себе сложностей, обычно сглаживают данные наблюдений, редуцируют их, аппроксимируют простым законом. При таком подходе сильные отскоки от построенной кривой считают ошибками наблюдений и выбрасывают из рассуждения. Этот распространенный метод подгонки зачастую применяют для выхолащивания результатов и для обвинения экспериментаторов в ошибках.

Вообще, редкие события дают критикам самые разнообразные возможности, которые сводятся часто к формулировке «этого не может быть, потому что не может быть никогда». Применение эвристического метода, допускающего интуитивное толкование наблюдений в обстановке дефицита информации (события-то редкие!), возможно, но не для всех ситуаций. Критик всегда может использовать аргумент: «вы видите, а я не вижу». Ясно, что особенно трудно и рискованно работать в условиях большой неопределенности, на переднем фронте науки. Ведь нечто новое зачастую удается открыть на основе отклонения от чего-то известного. А такие отклонения при использовании стандартных методов наблюдения как раз и могут проявиться в редких, слабо воспроизводимых событиях. Задача ученого в этом случае оказывается очень сложной: не только выявить, что отклонение действительно существует, что это не артефакт, не ошибка прибора, но и определить условия, когда оно будет проявлять себя достаточно регулярно и его удастся представить для научной критики.

Например, Георг Беднорц и Александр Мюллер сумели выяснить, что высокотемпературная сверхпроводимость в купратах связана с небольшим недостатком кислорода, добились воспроизводимости результатов и вывели свое

исследование из-под огня возможной критики, а она бы обязательно была, ведь группа из цюрихского исследовательского центра компании IBM не входила в число лидеров исследований по сверхпроводимости. Итогом стала заслуженная Нобелевская премия. А вот тем, кто претендовал на открытие холодного ядерного синтеза, горячей сверхпроводимости углеродных нанотрубок или антигравитации сверхпроводящей керамики, возможно, не хватило сил или выдержки для выяснения обстоятельств, вызвавших эти эффекты в редких экспериментах, и те оказались в черном списке. В ближайшее время вряд ли найдутся охотники заниматься такими исследованиями.

Природа парадоксов

Парадоксы, к которым прибегают для объяснения редких событий, не способных уложиться в имеющуюся модель среды, как правило, связаны с нарушением принципа причинности, когда очевидные причины не способны породить наблюдаемые следствия. Неудивительно, что ученые относятся к таким наблюдениям настороженно. Однако совсем не исключено, что есть нечто, чего мы совсем не знаем или не хотим знать, не верим. Это нечто выходит пока за рамки гносеологического принципа о познаваемости мира, представляется официальной науке паранормальным, а следовательно, неверным или даже вредным.

Вот несколько интересных необъяснимых наблюдений из истории геофизики и астрономии. В начале 70-х годов XX века в уважаемом журнале «Nature» (1972, т. 240, с. 136—138) появилось ошеломляющее сообщение астрономов Тель-Авивского университета Меира Медоу и Дрора Садеха о том, что в спектре микросейсм в районе Мертвого моря обнаружен пик, частота которого ровно в два раза меньше частоты пульсара CP1133. Попытки многих ученых повторить этот эксперимент оказались неудачными, но Л.П.Винник случайно увидел пик на той же частоте в спектре микросейсм, наблюдавшихся в уникально тихом месте в Северном Казахстане на Зерендинском кристаллическом щите. Это сообщение прошло незамеченным.

Парадоксальность наблюдения Медоу—Садеха в том, что расстояние до пульсара составляет около 256 световых лет, интенсивность его гравитационного воздействия в миллиард раз ниже уровня сейсмического шума. Такой сверхслабый сигнал, идущий от расположенного на сверхдальнем расстоянии источника, в соответствии с принципами физики заметить нельзя. Нет ясности даже с тем, что это за сигнал.

Другие, менее впечатляющие, но все равно выходящие за пределы традиционного понимания физики, закономерности связывают сейсмичность с движением планет. Наиболее сильный результат опубликовали в 2005 году Р.И.Киладзе, М.К.Кацахидзе, Н.К.Кацахидзе и их коллеги из Института геофизики Грузинской АН и Тбилисского университета (см. «Вулканология и сейсмология», 2005, № 3, с. 75—79.). Согласно их наблюдениям, возникновение сильных землетрясений на Кавказе связаны с орбитальными движениями планет — когда они находятся в определенных секторах, то оказывают либо инициирующее, либо подавляющее воздействие. В свежем исследовании И.Н.Тихонов из южносахалинского Института морской геологии и геофизики ДВО РАН (см. «Вулканология и сейсмология», 2010, № 3, с. 71—80) нашел, что среди сейсмоопасных районов Земли есть такие, в которых землетрясения связаны с периодом обращения Марса, в других — значимыми оказались циклы Луны и Меркурия. Эти результаты не находят объяснения за счет влияния на Землю гравитационных и приливных сил от других пла-

нет. Что это, сейсмология оправдывает астрологию или дело в каком-то неизвестном нам механизме, неизвестной черте нашего мира?

Применением датчика, который в качестве пробной массы содержит гироскоп, выявлено, что такой прибор оказывается чувствительным к некоторым астрономическим феноменам, в частности — к пересечению Солнцем, Луной и Юпитером линии земного горизонта. Есть данные, что аномалии этого явления, в частности, связаны с моментами подготовки и возникновения землетрясений.

Очень интересный результат был получен в Крымской астрофизической обсерватории: работающие там астрономы заметили, что и у Солнца, и у звезд есть синхронные колебания яркости. Если этот результат — не следствие ошибки прибора, возникает вопрос, что может синхронизировать события на столь огромных расстояниях? Сейчас источник подобного воздействия неизвестен.

Традиционная физика считает, что скорость частиц, скорость взаимодействий не может быть больше скорости света. На этом построена вся современная физика, отрицание этого почти автоматически причисляет работы к лженауке. Вместе с тем время от времени появляются экспериментальные свидетельства о том, что скорость распространения электромагнитного поля для некоторых импульсных сигналов может в несколько раз превосходить скорость света. Более того, в экспериментах А.Н.Козырева и В.В.Насонова обнаружено, что звезды видны не только в месте, где находился источник светового излучения, но и в том месте, где он находится сейчас. Если эти результаты соответствуют действительности, получается бесконечная скорость распространения сигнала! Можно не обращать внимания на такие свидетельства, а можно и принять их к сведению.

Объяснение видимых нарушений причинно-следственных связей содержится в «причинной механике» А.Н.Козырева, который предполагал возможность взаимодействия принципиально новой, несиловой природы, которое изначально ориентировано не на свойства окружающего пространства, как в случае известных взаимодействий, а связано со свойствами времени.

Отношение к козыревской механике пространства-времени со стороны физиков и астрономов было и остается недоверчивым и сдержанным. Вместе с тем эта физическая теория объясняет многие наблюдаемые парадоксы, в частности связь необратимых процессов между собой и с космофизическими факторами, зависимость физико-химических реакций от солнечной активности, зависимость скорости геологической седиментации от солнечной активности, зависимость вариаций мюонов космических лучей и естественной радиоактивности горных пород и многое другое. В настоящее время, вновь после 60-х годов прошлого столетия, наблюдается оживление интереса к причинной механике.

Самое спорное направление современной научной мысли — психофизические феномены. Вопрос этот стар, как и само человечество. В геофизике он принимает такой вид: испокон веков землетрясения и другие стихийные бедствия люди рассматривали как кару за свое неправильное поведение. И сейчас нельзя не отметить, что такие бедствия чаще возникают в местах, охваченных социальными конфликтами, нежели в спокойных местностях, хотя подробных статистических исследований никто не проводил.

Современная официальная наука чурается причастности к парапсихическим явлениям. Вместе с тем некоторые теоретики и экспериментаторы уделяют внимание изучению этих явлений, о чем есть публикации в научных



РАЗМЫШЛЕНИЯ

журналах. Например, в 80-х годах XX века в «Трудах Института инженеров по электронике и радиофизике» было опубликовано несколько статей, показывающих, что сознание может играть активную роль в физическом мире, это выражено в эффектах телекинеза, ясновидения, предвидения, детально исследованных объективными физическими методами. Одна из таких статей, названная редакцией журнала спорной, подготовлена Робертом Джаном, деканом Принстонского университета (см. «Proceedings of the IEEE», 1982, т. 70, № 2, с.136—170). Примечательно, что публикации по проблемам парапсихологии в последние два десятилетия практически прекратились.

Если предположить, что человеческое сознание действительно может вмешиваться в ход неустойчивых физических процессов, оно может вмешиваться и в ход неустойчивых геологических процессов. Тогда соображения об индуцировании землетрясений за счет малого воздействия, связанного с поведением людей, становится более разумным.

Несколько слов о научной критике

Общественное мнение, критики, оппоненты, рецензенты стоят на страже существующих научных императивов. Деятельность их полезна, однако они неизбежно стремятся оберегать работы неплохие, пусть посредственные, но благоразумные. При этом широко распространен прием, когда исследование, посвященное чему-то не вполне обычному, сначала резко критикуют, а потом забывают. Известная пословица говорит, что новое — это хорошо забытое старое, однако в наше время появился ее переделанный вариант: новое — это хорошо забытое старое. Примеров несправедливой критики ярких, революционных работ — множество. Сегодняшняя концепция официальной науки основывается на вредной идее, что все главное уже известно, революционное невозможно. Так рассуждала средневековая наука от Птолемея до Коперника, поддерживавшая усилиями инквизиции идеи геоцентрической концепции. Так говорил и Уильям Томсон накануне научной революции начала XX века. Впрочем, Макс Планк, один из создателей новой физики, опровергшей точку зрения великого ученого, отмечал, что на самом деле в научных дискуссиях оппонентов нельзя переубедить, поэтому надо ждать, когда они вымрут.

Давайте проникнемся мыслью, что науке известно далеко не все. Давайте поймем, что многие революционные идеи уже высказаны и отвергнуты, они лежат в мусорных корзинах и ждут своего часа. Давайте вспомним о том, что несправедливость, грех будут наказаны стихийными и другими бедствиями.





Сверка с реальностью

Как отличить невероятную правду от правдоподобного обмана? Как не попасть в ловушку псевдонаучности? Исчерпывающие инструкции на сей счет с примерами их применения к астрологии, уринотерапии, спиритуализму, переселению душ и многому другому, дает клинический психолог, профессор психологии Университета Рузвельта в Чикаго **Джонатан Смит** в книге «Псевдонаука и паранормальные явления. Критический анализ». Профессора Смита можно считать хорошим экспертом в этом вопросе, поскольку в 1984 году он основал при Университете Рузвельта Институт стресса, в первую очередь для борьбы с псевдонаукой в этой области. Он

даже создал специальную программу обучения критическому мышлению и здоровой оценке необычных заявлений о паранормальном. Книга выпущена издательством «Альпина нон-фикшн» под эгидой проекта «Библиотека фонда "Династия"», цель которого — издавать современные научно-популярные книги, отобранные экспертами-учеными.

Мы подготовили пять вопросов и подобрали к ним ответы в виде цитат из этой книги, что и предлагаем нашим читателям. Но чтобы получить более детальное представление о позиции автора книги и его инструментарии здравомыслящего критика, необходимо прочитать книгу целиком.

Надо ли изучать паранормальное?

Зачем изучать миры паранормального? Если вы верите в подобные вещи, то вы не одиноки. Большинство людей (73—76%) верят хотя бы одному сообщению о паранормальном явлении, не имеющему отношения к иудео-христианской традиции, а 80—96% придерживаются веры в паранормальное, связанное с религией. Сегодня в астрологию верят больше людей, чем в Средние века, да и вера в дьявола, судя по всему, за последнее десятилетие заметно выросла. Важно по меньшей мере понять, во что верят наши друзья, соседи, политики, врачи и проповедники <...>

Но есть и другая, более глубокая причина изучать сообщения о всевозможных странных и экстраординарных событиях. Они могут оказаться правдой. В истории немало случаев, когда спорные утверждения сначала считались безумными, а затем канонизировались и объявлялись истинными. Примеры таких явлений — метеориты и гипноз.

В 1492 году — в год, когда Христофор Колумб прибыл в Америку, — двенадцатилетний мальчик в австрийском Энзисхайме услышал в ясный день удар грома и увидел, как с неба на пшеничное поле упал камень. Он рассказал взрослым об этом, и вскоре возбужденная толпа начала откалывать кусочки от присланной Богом реликвии. Максимилиан I, король Австрии, решил, что это послание Господа предвещает ему победу в войне с французами (и действительно, австрийцы, победили). Вера короля очень типична. На протяжении тысячелетий люди верили, что метеориты падают с небес и являются знаками Господа <...>

В 1772 году ведущий научный центр Европы, Французская академия наук, попросила великого химика Лавуазье принять участие в изучении камней, упавших с неба. Лавуазье был выбран не случайно: он отверг алхимические суеверия и положил начало современной химии. Он пришел к выводу, что метеориты возникают в результате удара молнии (отсюда обгоревшая поверхность), а не падают с небес. Просвещенные ученые мужи быстро пришли к консенсусу: камни не могут падать с неба. В самом деле, Томас Джефферсон шутил, что камни не могут падать с неба, потому что их там нет. Музеи по всей Европе бросились выбрасывать имевшиеся у них метеориты как суеверную чепуху. Австрийский камень уцелел, скорее всего, потому, что был слишком тяжел (280 фунтов); он до сих пор красуется в музее Энзисхайма (под надежной охраной Братства св. Георгия Метеоритского). Конечно, сегодня мы знаем, что метеориты прилетают из космоса и обгорают при пролете через атмосферу.

Некоторые люди до сих пор воспринимают гипноз как паранормальное явление. Однако сегодня научный гипноз пользуется всеобщим уважением; ученые в ходе серьезных исследований изучают применение гипноза для борьбы с болью, ожирением и курением. Дурная репутация, однако, тянется за гипнозом давно, с XVII—XVIII веков и опять же берет начало во Франции.

Люди, говоря о гипнозе иронически, часто называют его «месмеризмом» по имени Франца Антона Месмера. Месмер — венский врач, завоевавший известность и популярность роскошными сеансами «животного магнетизма». В затемненной живописно задрапированной комнате Месмер произносил гипнотические фразы, а жаждущие исцеления пациенты прикасались к волшебным железным стержням, погруженным в большую ванну с железными опилками. Эти стержни передавали особые магнитные флюиды, которые могли вызвать у человека обморок и конвульсии.

Хотя многие пациентки Месмера рассказывали о чудесных исцелениях, на короля Людовика XVI это впечатления не произвело. Король назначил ученую комиссию с участием комиссаров от Академии наук — Лавуазье и Гильотена (изобретателя приспособления, позже лишившего жизни Лавуазье) — и американского посла во Франции Бенджамина Франклина. После серии хитроумных экспериментов комиссия сделала



КНИГИ

вывод: лечение Месмера — всего лишь работа воображения, не требующая никаких особых флюидов. Месмер был серьезно дискредитирован, а «месмеризм» стал синонимом обмана и подделки; следы такого отношения к гипнозу сохраняются и поныне.

По иронии судьбы, сегодня документально подтвержденный медицинский потенциал гипноза часто приписывают целительной силе внушения или собственного воображения человека. Но, как и в случае с метеоритами, отвергнутое когда-то явление давно стало законной темой научных исследований.

Какие «необычайные непаранормальные загадки» существуют сегодня?

Под необычайными загадками подразумеваются научные аномалии и странные наблюдаемые события, для которых в настоящее время не существует научного объяснения. Однако ученые считают, что такое объяснение, возможно, появится с развитием науки. Иногда некое событие представляется нам загадочным только из-за нашего невежества. Я не понимаю, как работают лазерные указки, но не считаю нужным объявлять это паранормальным. Существуют явления, загадочные даже для специалистов.

Возьмем, к примеру, понятие темной энергии. Не так давно астрономы обнаружили, что расширение Вселенной со временем ускоряется. Ни одна из существующих форм вещества или энергии, ни один из известных физических процессов не в состоянии объяснить эту аномалию. Поэтому ученые пользуются специальным термином, таким казуальным заместителем — своего рода ярлыком, призванным напоминать нам о том, что здесь есть загадка, которую еще только предстоит объяснить. Термин «темная энергия» и есть такой ярлык. Тайнственная причина расширения Вселенной на самом деле вовсе не темная и может оказаться вовсе даже не энергией в привычном нам смысле слова. Однако проще придумать для нее условное название — «темная энергия», чем обозначать ее каким-то скучным кодом вроде «необъясненный феномен № 325.112A».

За другим знаменитым примером мы обратимся не ко Вселенной, а к миру атомов. Квантовая физика — одна из самых мощных теорий, когда-либо разработанных человечеством; именно она помогла нам создать телевидение и водородную бомбу. Однако многое в квантовой физике выглядит весьма странно. Электрон, например, представляет собой одновременно и частицу, и волну. Еще более странно выглядит заявление о том, что, с точки зрения наблюдателя, некоторые атрибуты частицы могут существовать одновременно в нескольких местах. При определенных обстоятельствах, если частица света — фотон — расщепляется, то ее половинки становятся по-разному поляризованными (вертикально и горизонтально). Теперь представьте, что вы расщепили фотон таким образом, что одна его половинка осталась у вас в домашней лаборатории, а вторая улетела на другой конец Вселенной. Проверив поляризацию «домашнего» фотона, вы автоматически узнаете поляризацию второго, улетевшего фотона, проверить который непосредственно вы не в состоянии. Возможно, само по себе это не кажется особенно странным. В конце концов если разделить 13 шариков на две части так, что в одной

из них окажется четыре шарика, то вы сразу поймете, что во второй их девять, где бы они в этот момент ни находились.

Но квантовые частицы — не стеклянные шарики. До момента наблюдения квантовые характеристики существуют во всех возможных состояниях. Каждый фотон, не важно, расщепленный или нет, похож на вращающийся барабан игрового автомата, где все возможные числа, или полярности, случайно проносятся мимо. Но в тот момент, когда вы посмотрите на фотон, он замрет, игровой автомат остановится — и вы узнаете результат: в данном случае поляризацию фотона. А дальше еще более странно. С того времени, как вы расщепили свой фотон, вторая его половинка могла улететь за миллионы километров. Однако в тот момент, когда вы в своей лаборатории проверяете поляризацию первой половинки, поляризация второй тоже фиксируется! И если попытаться затем проверить поляризацию второго, далекого фотона, ее не удастся «зафиксировать», потому что она уже зафиксирована — в то самое мгновение, когда вы проверили поляризацию первого, домашнего фотона. Это явление называется «запутанностью». Эйнштейн в свое время высмеивал его, называя «кошмарным дальнодействием». Примечательно, что позже исследования продемонстрировали реальность «запутанных» частиц, и Эйнштейн оказался не прав.

Термин «запутанность» — тоже ярлычок, этикетка для сложных математических уравнений, применимых, похоже, только к субатомному миру, а не к повседневному макромиру молекул, бактерий, кошек, шимпанзе или нас самих. Но я не случайно загрузил вас этим странным и сложным объяснением; на это есть причина. Если мое объяснение показалось вам непонятным, хорошо. Умнейшие физики тоже не понимают явление запутанности до конца. Чтo еще важнее, физики не впадают в заблуждение и не считают, что их казуальный заместитель полностью объясняет наблюдаемые факты.

Но в навешивании ярлычков на загадки есть и свой риск. Иногда казуальный заместитель сам по себе имеет дополнительное значение, причем совершенно неуместное. К примеру, представьте себе цепочку из нескольких нераскрытых убийств, которые, скажем, объединяет одна общая черта — убийца оставляет в руке жертвы какой-нибудь магический символ, например кроличью лапку, подкову или четырехлепестковый лист клевера. Для удобства полиция называет подозреваемого в этих преступлениях «магическим убийцей». Это определение — всего лишь удобство, его проще произносить, чем «подозреваемый № 32-881-В». Если вы спросите, кто подозреваемый, то вам могут ответить: «А, магический убийца». Но это выражение несет в себе множество дополнительных оттенков смысла — так, по нему можно подумать, что убийца помешан на оккультизме. И под подозрением публики тут же окажутся все местные экстрасенсы и астрологи, хотя на самом деле на вопрос «Кто такой магический убийца?» ответ может быть только один: «Убийца, который оставляет на месте преступления магические знаки». Таким образом, тщательная проверка в реальных условиях показывает, что ярлыки, по определению, обманчивы.

Придавая слишком большое значение дополнительным значениям казуальных заместителей, можно нажить себе серьезные проблемы. Не надо забывать, что «кошмарное дальнодействие» и «запутанность» — это просто способы обозначения сложных математических уравнений, описывающих то, что происходит с некоторыми субатомными частицами, но не с объектами повседневного мира. Знаменитый пример подобной ошибки — утверждение Дина Радина о том, что экстрасенсы могут обмениваться мыслями, потому что их сознания «запутаны» на квантовом уровне. Понятие «квантового сознания» в настоящее время модно в паранормальных кругах. Однако говорить об этом — все равно что утверждать, будто привидения открывают двери в домах при помощи кошмарного дальнодействия, а экстрасенсы гнут ложки при помощи темной энергии.

Казуальные заместители и сообщения о паранормальном прекрасно иллюстрируют разницу между ученым и тем, кто искренне верит в паранормальное. Ученый может терпеть неопределенность, связанную с незнанием ответа на какой-то вопрос: если бы не было загадок, не было бы и науки. Путь науки вымощен обещаниями и ярлыками. Любой ученый верит, что методы разумного научного исследования со временем приведут его к истине. Тот, кто верит в паранормальное, идет куда дальше: он верит в конкретное объяснение, противоречащее науке, и продолжает в него верить, даже если в какой-то момент появляется более естественное объяснение.

Наконец, я не включаю в число сообщений о паранормальном миллионы ошибочных сообщений, которые на самом деле вполне укладываются в рамки обычной науки. <...> Вы можете утверждать, что питание исключительно рисом и бобами излечивает все болезни. Чтобы достичь такого в пределах биологических процессов, необходимо было бы нарушить несколько физических законов, так что ваше утверждение, безусловно, относится к сообщениям о паранормальном. Однако если вы скажете, что человеческое тело и его физиология способны в настоящее время объяснить целебные свойства рисово-бобовой диеты, это не будет сообщением о паранормальном. Это просто неверно.

Многие сообщения о необычайном служат предметом активных дискуссий и противоречий. Фрейд считал, что в каждом мужчине присутствует латентная гомосексуальность. Правда ли это? Как это вообще можно проверить? Надо ли принимать в суде доказательство, полученные при помощи детектора лжи или гипноза? Правда ли графолог может определить личность человека по почерку? Действительно ли существует правительственный заговор, призванный скрывать правду об НЛО, об убийстве Кеннеди, о событиях 11 сентября 2001 года? Верно ли, что медицинское сообщество скрывает от людей простые и недорогие методы лечения, доступные всем? Какими бы противоречивыми ни были эти утверждения, ни одно из них не относится к паранормальным. Ни одно не требует отказаться от физики (науки).

В чем опасность непроверенных сообщений о паранормальном?

«Экстраординарные заявления могут вызвать экстраординарные последствия. Неопровержимое доказательство верности одного-единственного суеверия или загадочного события, которое невозможно объяснить с рациональной или научной точки зрения, могло бы означать, что научное мировоззрение неполноценно. Это, в свою очередь, могло бы потребовать разработки новой физики, новой астрономии и, возможно, даже переоценки фундаментальных законов Вселенной.<...>

Позвольте поделиться с вами одним наблюдением. В последние годы издается немало книг, пропагандирующих паранормальное. Книги об экстрасенсах и астрологии, Бермудском треугольнике и лечении внушением нередко становятся бестселлерами. Но печатаются книги и полные скепсиса, где эти же события рассматриваются с позиции критического мышления. Но если просмотреть, прочитать и изучить все эти труды, трудно не заметить одной очень существенной разницы. Работы о паранормальном, как правило, дышат бодростью и энтузиазмом, от перспектив, в них описанных, иногда захватывает дух. Те же, кто подвергает сообщения о паранормальных явлениях сомнению, чаще всего предельно серьезны, сердиты и расстроены. У меня нет оснований считать, что все скептики по натуре мрачные люди. Так в чем же проблема?

На протяжении многих лет я был, если можно так выразиться, паранормалистом-любителем. Паранормальное для меня было серьезным увлечением, неиссякаемым источником вся-

ких диковинок и любопытных фактов. Но затем что-то произошло. Может быть, мне встретилось слишком много экстрасенсов-шарлатанов или жертв альтернативной медицины, а может, я прочел слишком много глупых гороскопов. Возможно, сыграли свою роль средневековые религиозные войны XXI века. Постепенно мне стало совершенно ясно, что сообщения о паранормальных явлениях способны принести огромный вред. Я подумал: а что, если моя любимая штатунка с сокровищами на самом деле ящик Пандоры? Я вижу в сообщениях о паранормальном четыре потенциальные опасности.

Опасность № 1. Цена, которую приходится платить обществу. Совсем несложно найти в окружающей действительности примеры того, как вышедшая из-под контроля вера в паранормальное приводит к катастрофическим последствиям. Террористы-фанатики убивают тысячи людей ради искаженных символов веры, а поклонники культа летающих тарелок добровольно совершают самоубийства, дабы подготовиться к обещанному инопланетному спасению. Однако в массовых убийствах под знаменем веры в паранормальное нет ничего нового. Возможно, самыми впечатляющими в недавней истории примерами являются процессы над ведьмами и нацистский Холокост; оба эти события часто упоминаются в ученых дискуссиях о паранормальном.

Опасность № 2. Ложная комплементарная и альтернативная медицина. Кломплементарная и альтернативная медицина включает в себя широкий спектр лечебных методик, которые не пользуются всеобщим признанием и не считаются частью традиционной медицины; им не учат в традиционных медицинских учебных заведениях. Сюда входит чрезвычайно разнообразный ассортимент подходов: от витаминных пищевых добавок, траволечения и массажа до йоги, акупунктуры, тайцзи, гомеопатии, хиропрактики, целебного прикосновения, голодания, молитвы, исцеляющих святынь, лечение внушением и уринотерапии. До 75% населения Америки верит, что альтернативные подходы так же эффективны, как и традиционные, а больше половины населения пользуется альтернативной медициной.

Медицинская общественность не устает предупреждать об опасностях альтернативной медицины и высказывать сомнения в ее эффективности. В риски здесь входит и цена необоснованных и неэффективных вмешательств, и безопасность (как правило, альтернативные подходы никак не регулируются), опасные побочные эффекты, неожиданные взаимодействия с общепринятым лечением, а также тот факт, что человек, прибегая к альтернативным методам лечения, избегает обращаться к традиционной медицине или делает это позже, чем следовало бы.

Надо иметь в виду, что, возможно, именно связь с паранормальным привлекает к альтернативному лечению очень и очень многих. <...> К несчастью, альтернативная медицина — расплывчатое понятие, в котором чисто паранормальные и пограничные подходы смешаны с витаминными пищевыми добавками, физическими упражнениями и техникой релаксации. Бывает, что пациент ощущает пользу от относительно мягкого подхода с использованием витаминов или физических упражнений и проникается верой в альтернативную медицину вообще. Такой человек может затем без сомнений и колебаний прибегнуть к куда более рискованному альтернативным методам лечения, включающим паранормальные или пограничный с паранормальным подход. Знание о том, что паранормально, а что нет, может помочь нам сориентироваться на минном поле альтернативной медицины.

Опасность № 3. Поверхностная и агрессивная религиозность. Религия играет важную роль в жизни людей. На протяжении всей истории утверждения о паранормальном были источником противоречий. <...> Тем не менее буквально у каждой крупной мировой религии есть приверженцы, которые одновременно страстно защищают и пропагандируют паранормальное. Экстрасенсорные возможности иногда

рассматривают как чудесный знак божественного вмешательства или как свидетельство духовного роста. <...>

Позвольте мне высказать несколько гипотез. (1) Вера в паранормальное становится опасной, когда сочетается с догматическим пылом при полном отсутствии сомнений. (2) Фанатичная вера в паранормальное несет в себе больше риска, чем вера в возможность паранормального. Говоря в более общем плане, я считаю, что религии, как правило, становятся агрессивными, когда начинают использовать ссылки на паранормальное или сверхъестественное в реальной политике. Богу угодно, чтобы ваша группа владела этим участком земли и завоевала его. Богу угодно, чтобы ты убивал неверных. Богу угодно, чтобы ты любил ближних и поэтому постоянно демонстрировал всем преимущества своей религии. Богу угодно, чтобы ты входил в церковь в шляпе, конечно, если она не красная и ее материал не сделан из смешанных волокон. Для расширения горизонта желательнее уяснить, что при обосновании многих подобных этим священным предписаний используется примерно тот же тип рассуждений, что для обоснования астрологии, колдовства, уринотерапии и культа летающих тарелок.

Я не говорю, что религия — обман. Позвольте заверить вас: я уважаю религию. Однако я убежден, что искренняя и серьезная вера в Бога должна признавать и обязательно использовать инструменты критического мышления. Истинно религиозный человек может задавать любые вопросы честно и бесстрашно. Зрелая духовность не должна бояться столкновения с реальностью.

Опасность № 4. Избирательный подход к паранормальному. Многие люди верят в какие-то паранормальные явления и не видят в этом ничего страшного или даже особенного; они успокаивают себя тем, что не верят в возможность других подобных явлений. Скажем, вы можете верить в то, что акупунктура преобразует и перенаправляет энегию ци, но отвергать при этом астрологию и существование призраков. Вы можете признавать библейское чудо непорочного зачатия, но считать Ноев ковчег не более чем легендой. Принимая на веру утверждение, не выдерживающее простейшей сверки с реальностью, вы просто обязаны признавать аналогичные утверждения, подкрепленные такими же аргументами. Если вы верите в привидения, вы должны верить в астрологию, переселение душ, телевизионных экстрасенсов, разговоры с умершими, гадание, сгибание ложек при помощи силы духа и целый сонм других замечательных явлений. Все они основаны на равно недостоверных данных. Ни одно из них не смогло обеспечить подлинно научных, публичных и воспроизводимых наблюдений, то есть превратиться из утверждения в факт. <...>

Способ решать дилемму избирательного подхода называется субъективным релятивизмом (или постмодернизмом). В этом пространстве всякая истина относительна и субъективна. Реальность определяется тем, во что ты веришь, а не тем, каков мир на самом деле. Ты имеешь полное право быть избирательным <...>, если признаешь за остальными такое же право верить в то, что им хочется. <...> Однако субъективный релятивизм пока еще не выдал на-гора ни одного достоверного факта. И, что более серьезно, если мы попытаемся довести субъективный релятивизм до логического конца, то неизбежно попадем в ловушку абсурда. <...>

Существует еще один способ, которым субъективный релятивизм может остановить науку. Обдумайте следующее заявление: «Для каждого это работает по-своему». На первый взгляд вполне разумное утверждение. Но вдумайтесь. Получается, что в этом случае любое действие, даже противоположное или вообще отсутствующее, можно считать доказательством эффективности. Если любой результат рассматривать как позитивное свидетельство, доказать ложность утверждения просто невозможно. Выступая с позиций такого прагматического релятивизма, вы застрахованы от проигрыша.



Как критически оценивать утверждения о паранормальном?

Воспринимая некритично сообщения о паранормальном, мы подвергаем себя риску: мы можем забыть по небрежности о базовых инструментах критического мышления и стать жертвами непонимания, обмана или ошибки. Чтобы избежать этого, мы должны стать детективами и заняться сверкой с реальностью. Для этого надо задавать два типа вопросов: почему в это надо верить и существуют ли другие объяснения?

1. Достоверны ли источники информации? Мы получаем сведения о мире из рассказов других людей. Эксперты и специалисты рассказывают и объясняют нам то, о чем мы сами могли просто не узнать. Если наши источники окажутся недостоверными, мы попадем в беду.

2. Является ли логика утверждения здоровой и обоснованной? Мы пользуемся логикой, чтобы отделить истинное от ложного, возможное от невозможного. Очень легко допустить ошибку в логике и прийти к неправильным выводам об окружающем мире.

3. Базируется ли утверждение на наблюдениях (научные тесты и теории)? Наука предусматривает проведение наблюдений, тщательно подготовленных экспериментов для проверки гипотез и объединение наблюдений и экспериментальных данных в теории. Псевдонаука претворяется научной, но на самом деле применяет научные методы неправильно.

4. Может быть, мы делаем неверные выводы из естественных случайностей и статистических закономерностей? Большинство людей ничего не понимает в статистике и поэтому неправильно представляет себе вероятные и не слишком вероятные события.

5. Имеется ли в данном случае возможность ошибки восприятия или мошенничества? Видите ли вы реальные события или замечаете только то, что хотите видеть (или то, что кто-то другой хочет, чтобы вы заметили)?

6. Имеется ли в данном случае возможность ошибки памяти? Мозг в процессе восприятия и запоминания может автоматически исказить и выдумывать факты.

7. Может быть, это эффект плацебо? Плацебо — это пустышка, лекарство, не дающее никакого эффекта. Плацебо может производить вполне реальное психологическое и физиологическое действие на человека исключительно посредством обещаний.

8. Может быть, мы неправильно интерпретируем сенсорные аномалии или галлюцинации? Мозг и нервная система человека вполне способны порождать ложные впечатления, которые самому человеку кажутся очень убедительными и реальными.

Любой ученый — неплохой детектив. Псевдоученый — неумелый детектив, который все время отвлекается на блеск фальшивых драгоценностей и кружащий голову аромат ложных версий. Хорошая наука нужным образом использует данные из различных источников, логику и наблюдения (тесты и теории) и систематически рассматривает альтернативные объяснения. Псевдонаука утверждает, что пользуется научным методом, но на самом деле неправильно использует данные из различных источников, логику и наблюдения и никогда не рассматривает альтернативные объяснения.

Значит ли это, что можно безоговорочно верить экспертам — научным журналам?

Можем ли мы оставить сомнения и принять на веру все, что они скажут? К несчастью, нет. Одна из причин этого — обычная небрежность. Те, кто занимается тщательной оценкой научных работ перед их публикацией, отмечают, что исследователи часто просто не сообщают о недостатках и ошибках в своей работе. Вообще может оказаться, что всю работу выполняли помощники — относительные новички в науке. Даже если руководитель проекта публикует что-то по его итогам, он может быть совершенно не в курсе каких-то проблем, о которых ему не сообщили.

Самая очевидная из них — проблема прямого обмана. У нас нет никаких оснований считать, что исследователи паранормального менее честны в своей работе, чем остальные исследователи. Однако во всех областях науки есть ученые, которые иногда лгут и подтасовывают данные. Как правило, если речь идет о множестве исследовательских программ, единственная работа с подтасованными данными особой роли не играет. Однако в исследованиях паранормального то или иное утверждение иногда базируется всего на нескольких проектах (а то и на одном), и единственная работа с подтасованными данными может серьезно повлиять на общий результат. Более того, наука не умеет отслеживать намеренное мошенничество. Остаться безнаказанным в таком случае очень просто; лучшая и, пожалуй, единственная защита от обмана — независимое повторение опыта.

Но даже если речь не идет о преднамеренном обмане, предвзятость исследователя может повлиять на публикуемые материалы и вызвать их искажение. Известно, что при исследовании лекарств программы, финансируемые фармацевтическими компаниями, дают более позитивные результаты, чем аналогичные программы, финансируемые общественными фондами. В Китае 98% исследований по китайской акупунктуре дают положительные результаты, тогда как исследования, проводимые в США, Великобритании и Скандинавии, дают лишь 53—60%. Журналы с менее жесткими стандартами публикаций чаще печатают позитивные результаты, чем журналы с более строгими критериями.

Мало того, в самом процессе публикации имеются встроенные источники предвзятости в пользу положительных результатов. Давайте рассмотрим по шагам действия, необходимые для публикации результатов исследования. Сначала некий ученый, как правило сотрудник университета или медицинского учреждения, проводит исследование. У него может быть запущено одновременно несколько проектов. Публикация позитивных результатов может обещать дополнительные гранты, продвижение по службе, известность и даже пожизненный контракт. Имея перед собой такие стимулы, ученый легко может «отложить на будущее» завершение работ и публикацию материалов по тем проектам, результаты по которым, судя по всему, будут негативными. Иными словами, эти проекты умрут от небрежения, а результаты их окажутся в корзине для бумаг.

Работа представлена к публикации. Но журнал тоже заинтересован в размещении у себя положительных результатов. При этом редакторы могут руководствоваться самыми благородными намерениями. Скажем, они хотят поощрять исследования в малоразработанной области. Или продемонстрировать положительный результат как возможность помочь людям, оказавшимся в беде. Может быть, они хотят увеличить продажи своего журнала, а неожиданные позитивные результаты хорошо продаются, особенно если речь идет о паранормальном. Предвзятость издателей была продемонстрирована на практике. В одном исследовании авторы отправили рецензентам два варианта статьи по результатам одного и того же проекта. В одной статье говорилось о положительных результатах, в другой — об отрицательных. Рецензенты рекомендовали к публикации вариант с положительными результатами.



Жить играючи

Марина Мартова

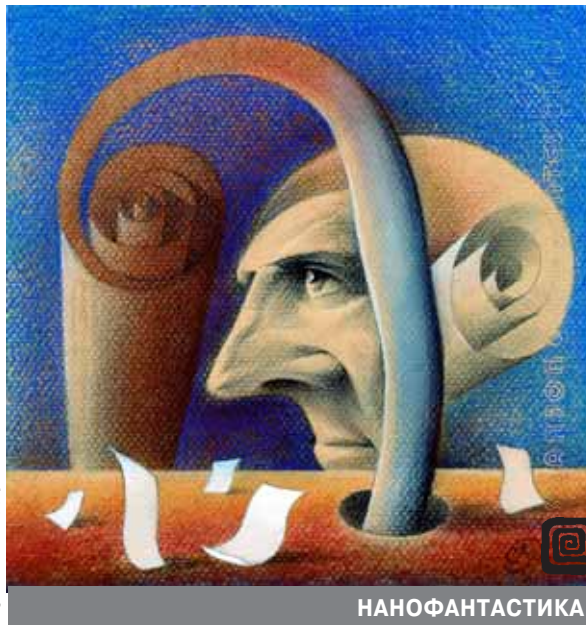
Павел сегодня позволил себе побывать в постели подольше. Мишку в школу собирала жена, и перед тем, как выскочить с ней на мороз, сын зашел попрощаться, раскрасневшийся от чая, уже надевший теплый свитер с корабликами. Уютный домашний шум сменился тишиной, и Павел провалился в сон еще на часок.

Поднявшись, он сразу же включил чайник и уже через пять минут прихлебывал за компьютером горячий кофе. Быстро покончив с просмотром почты, он загрузил «Лабиринты». Очередной уровень начался с того, что надо было, вооружившись чем-то вроде бура, прокладывая под землей новые маршруты так, чтобы они не пересекались со старыми. Павел то и дело сверялся с картой, висевшей в верхнем углу экрана. Часа через полтора он уже пробурил пять полноразмерных лабиринтов, и только один был безнадежно испорчен. Оторваться от нудного занятия было не так-то просто. Задания сайт выдавал с учетом прежних результатов Павла, слегка усложняя каждое следующее. Теперь надо было заняться чем-нибудь полегче — даже с учетом штрафа за неудачный лабиринт сумма баллов получалась уже приличная, и не стоило портить ее новой ошибкой.

Сейчас он шел по уже готовым лабиринтам, внимательно выскивая ямки в стенах, на полу или на потолке. В них прятались кристаллы кварца, малахит или даже алмазы — в зависимости от того, насколько неприметной и малодоступной была ямка. Изображенная снизу сумка старателя уже разбухла от находок, и Павел решил, что пора бы и позавтракать. Игра затягивает, и не замечаешь, как начинаешь делать ошибки на голодный желудок. Но сначала он аккуратно конвертировал все находки и полученные баллы в геймденги, немного подумал и перевел большую часть суммы в вебденги, скинув их себе на карточку. Аптечку, полученную как вознаграждение за прокладку особо сложного лабиринта, Павел, чуть поколебавшись, все-таки оставил при себе. Интересно, чем он на самом деле занимается вот уже три месяца? Похоже, что разработкой и тестированием уникальных микросхем. Игры делали реальные задачи, стоящие перед оператором или контролером, более наглядными и увлекательными, но обычно оставалась возможность догадаться, что это исходно была за работа. Впрочем, бравым сантехником, управляющим потоками виртуальных фекалий, приятно работать, пока не поймешь, что ты и в самом деле рулишь городской канализацией, и забурчавший за стеной унитаза — результат твоей очередной ошибки. Так что многие предпочитали не догадываться.

На столе дожидалась очередная упаковка фастфуда, но доносившийся от сковородки запах быстро заставил его изменить решение. Верочка все-таки успела приготовить с утра обещанную печень по-строгановски. А ведь ей, бедной, еще надо было успеть на работу к девяти. На службу по расписанию теперь ходили главным образом те, кто работал с людьми — воспитатели, врачи, медсестры, как Верочка.

Позавтракав, он еще часа два искал самоцветы — это заня-



Художник С. Дергачев

НАНОФАНТАСТИКА

тие было более однообразным, зато очки капали чаще. После этого Павел решил, что имеет полное право на перерыв, то есть на Виргород.

Виргород был местом, где можно было развлечься почти любым мыслимым способом — от драк в крайних тавернах до виртшоу, собиравших огромные толпы. Павел кликнул на свой обычный костюм, прихватил аптечку и минимально необходимый набор артефактов. Пробираться на верхние уровни он не собирался, хотя пестревшая по сторонам реклама обещала, что сегодня он может увидеть там массу интересного. Ладно, в конце концов, им с Верой пока не нужны никакие сеансы

стриптиза, а попасть на пятый уровень нельзя без кучи дорогих примочек.

На городской площади собралась толпа болельщиков — варвары, роботы, зеленые человечки, — привлеченных очередным футбольным репортажем из реала. Пробираясь сквозь нее, Павел услышал:

— Привет. Сколько лет, сколько зим.

Колька, одноклассник. Как всегда в костюме Бэтмена. Павел перевел звук в режим «для двоих».

— Прогуляться вышел?

— Ну да. Я знаешь какую задачу сегодня четыре часа разгребал... А ты что, почти без примочек? Нубить надоело, хочешь все ручками? Или как царь Кощей над золотом чахнешь?

— Приходится сейчас маленько копить, не без того.

— Зачем? Даже если заболеешь, страховка все покроет. Ну, продашь в крайнем случае артефакты. Они же старые только дороже, дивайсы пятилетней давности разве что на аукционе и можно найти.

— За Мишкину школу надо платить.

— Ну ты даешь! Отдали бы в обычную, там обучалки — и то бесплатно выдают. И занятия очные только раз в неделю. А у вас же, наверное, настоящие сектанты — компьютер нельзя, игры нельзя.

Павел покосился на Мишкин учебный компьютер, экран у которого был с улучшенной цветопередачей. Себе он такой позволить не мог. Сын вчера бродил по виртуальной галерее, разглядывал в лупу старые картины со всеми трещинками. По Рембрандту доклад писал.

— Да нет, они и в Сети работают довольно часто.

— Рыдает теперь небось над заданиями? Это тебе не в обучалки играть. Что ты пацана-то мучаешь?

Павел вспомнил, как неделю назад сын пыхтел над математическими задачками, но твердо сказал:

— Да нет, справляется он. Зато там по физике, по химии — настоящие опыты, без виртуалки, которой нас в школе пичкали.

— Зачем это тебе?

— Хочу, чтобы хоть Мишка понимал, чем занимается. Помнишь, год назад игрушка была — человечками управлять? А потом оказалось, что это чипы для контроля над поведением тестируют. Я понимаю, психопаты бьются, насильники, клептоманы, с ними без этого нельзя. Но все равно как-то...

Павел прервался, глянул на часы и быстренько попрощался, уже нажимая на выход. Если пообедать прямо сейчас, то до Вериного возвращения можно проложить еще штук семь лабиринтов.

Все-таки очень затягивающая штука эта работа...





Московские покатушки

Еще не так давно ассортимент краеведческой литературы в московских магазинах сильно уступал петербургскому. А сегодня — десятки книг разных издательств на любой вкус. Так, издательство «Эксмо» может похвастать не только поверхностным сочинением Екатерины Кравцовой (см. «Химию и жизнь», 2010, № 12), но и другими изданиями, среди которых заслуживает внимания путеводитель Николая Одинцева «Москва: необычные прогулки, которые перевернут ваше представление о столице».

Название книги — явно рекламный ход издательства. Путеводитель Николая Одинцева перевернет представление о столице разве что у тех, кто представляет себе Москву как город торговых центров. Содержание книги выдержано в традиционном духе, и в этом смысле Николаю Одинцеву далеко до Екатерины Кравцовой (оно и к лучшему). В общих чертах то, о чем рассказывает автор, многим москвичам известно. Но именно что в общих чертах! В книге много такого, чего вы не знали (или знали, но забыли).

Например, всем знакомы московские здания с элементами декора в русском стиле. А из книги Одинцева можно узнать, что «русский стиль» как одно из направлений стиля эклектики, или историзма, в ходе своего развития принимал различные формы: сначала это был русско-византийский стиль, впоследствии появился ропетовский стиль, стиль Александра III, затем византийский, неорусский... Кто бы мог подумать! Тут же рассказ об элементах традиционной русской архитектуры, которые встречаются и в постройках XIX века. Далее приведен маршрут, который знакомит с московскими зда-

ниями в русском стиле, и отдельно рассказывается о каждом здании.

Если вам не по душе помпезные «псевдорусские» сооружения — вот вам прогулка по Москве стиля модерн. И опять история возникновения и развития: бельгийский арнуво, австрийский сецессион, различные варианты модерна.

А еще есть прогулка по маршруту трамвая А (по-московски — «Аннушка») и рассказ об истории московского наземного транспорта и о московских топонимах. Текст к этому маршруту, пожалуй, менее информативен. Рассказ о православно-церковных топонимах не связан с фотографиями, иллюстрирующими текст. Вот снимок, озаглавленный «Уникальная бензозаправочная станция на Волхонке». А чем она уникальна? В главе «Волхонка» ответа нет. Мы-то, конечно, знаем, что это кремлевская бензоколонка, где для простых смертных за стеклом павильона выставлена бессменная табличка «Заправка не производится» (даже на фотографии она проглядывает). Но не все читатели книги об этом наслышаны.

В тексте о Ленивке грех было не сказать, что во дворе дома на пересечении Ленивки и Лебяжьего переулка находится географический центр Москвы и что Ленивка — самая короткая московская улица. Нет комментариев и к фотографиям памятника Шолохову на Гоголевском бульваре, Гоголю на Никитском бульваре, «Детям — жертвам пороков взрослых» на Болотной площади... Да ведь нельзя же объять необъятное. Читатель волен самостоятельно разыскать информацию об этих памятниках, если заинтересовался снимком. Однако расхождение между текстом и иллюстрациями говорит о том, что визуальный ряд не подтверждает словесную информацию не только на бумаге, но и на прогулке. Топонимические истории можно просто читать, не обязательно при этом осматривать улицы и переулки. Впрочем, это только мое мнение.

Николай Одинцев.

Москва: необычные прогулки, которые перевернут ваше представление о столице

В книге приведены маршруты семи прогулок (хотя в предисловии говорится о девяти!). Кроме перечисленных, это «Московские крепости», «Шехтель, или Творческий путь одного архитектора», «Театральная история Москвы», «Мастер и Маргарита». В списке литературы, из которой почерпнута информация, 66 наименований. Это и специальная литература, и художественная. Автор приводит обширные цитаты из литературных произведений, так или иначе связанных с городом, его улицами и зданиями. Это принципиальная установка Николая Одинцева: «Когда известный, но умозрительный и далекий от повседневной жизни факт связывается с близким и реальным объектом, то чувство такого открытия оказывается сродни по своей природе (а иногда — и силе) радости Колумба при виде берегов Нового Света». Для многих москвичей, я надеюсь, книга все еще остается источником таких фактов, и зачастую субъективно более ярких, чем реальные исторические события. Поэтому идея Одинцева — «сопоставить мертвые и чужие слова книг со своими живыми, непосредственными впечатлениями, сохранить в своей памяти Москву, создав в себе нематериальный памятник столице» — кажется плодотворной.

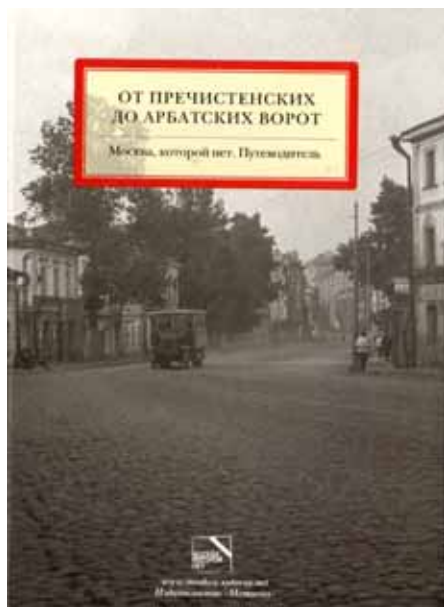
Если и вы согласны с автором и готовы сопоставить свои впечатления с книжными рассказами, то вот вам в руки надежный путеводитель Николая Одинцева. Это в хорошем смысле практическое руководство.



В книге собраны детально разработанные маршруты, выверенные по времени для разных способов передвижения: можно на велосипеде, можно на роликах (а если пешком, то приведены варианты сокращения пути с помощью городского транспорта). Потому что создавались эти маршруты для «покатушек» на велосипедах и роликовых коньках.

«Покатушки» — это форма активного отдыха городских жителей. Приглашения на эти мероприятия публикуются на сайтах роллеров и «веллеров». Последнее слово означает не Михаила Веллера во множественном числе, это производное от существительного «велосипед», сконструированное по образцу иноязычного слова «роллер». На покатушки приглашаются все желающие, обладающие необходимой подготовкой и снаряжением. Катания бывают рассчитаны на разный уровень участников: для начинающих, для опытных, для асов. Теперь становится понятным, кто эти целеустремленные люди на роликах, караваном катящие ввечеру по Пречистенке или Пироговке...

Руководитель такого мини-путешествия определяет его цель и маршрут. Николай Одинцев, которого на сайте velomania.ru величают «наш левтолстой и федордостоевский москвоведения», разработал с десяток маршрутов катаний на роликах и велосипедах. Участники движутся каждый в своем темпе, а в узловых точках собираются, чтобы послушать рассказ руководителя о местных достопримечательностях.



Материалы к таким путешествиям размещены в Интернете (в книге Николая Одинцева даются ссылки на сайты).

Разработка подобного маршрута требует немалых затрат труда и времени. Здорово, что автор так щедро поделился своими материалами. Теперь каждый может взять за основу путешествия по Москве маршрут из книги или из Интернета и прогуляться по нему в своем темпе. А если покажется, что о каких-то объектах Николай Одинцев не рассказал или рассказал слишком кратко, можно самому раздобыть недостающую информацию, воспользовавшись другими книгами о Москве.

Один из лучших источников сведений о Москве — путеводитель «Москва, которой нет» издательства «Мемогies». Вышли две книги этого издания: «От Пречистенских до Арбатских ворот» и «От Боровицкой до Пушкинской площади». «Москва, которой нет» — название не только путеводителя, но и сайта moskva.kotorouy.net. Этот путеводитель и этот сайт — истинная отрада москволюба! Про Лебяжий переулок, лишь вскользь упомянутый в книге Одинцева, на сайте целое исследование. Оказывается, дом 6/1 по Лебяжьему переулку украшают майолики, авторство которых приписывают Врубелю и Васнецову, а создавались они на керамическом заводе «Абрамцево» С.И.Мамонтова. Точно такие же панно красуются на фасаде особняка Шаронова в Таганроге. Только в Таганроге их бережно охраняют, реставрируют и гордятся ими, а в Москве вот-вот уничтожат вместе с домом, в котором одно время жил Пастернак. И таких историй на сайте множество. Раздел так и называется: «Истории». Посмотрите, может, и в вашем доме там написано что-то интересное?

Но сайт не только рассказывает истории. Здесь собирают информацию о готовящихся к сносу старинных московских зданиях, организуют акции протеста, причем не толь-

От Пречистенских до Арбатских ворот. Москва, которой нет. Путеводитель



НАША КНИЖНАЯ ПОЛКА

ко разовые, проводят прогулки-экскурсии... В книгу «От Пречистенских до Арбатских ворот» вошли истории как с сайта, так и ранее не публиковавшиеся. Всего 35 рассказов о домах и улицах центра Москвы, проиллюстрированных прекрасными черно-белыми фотографиями. Книга, кстати, очень стильно оформлена. Писали путеводитель восемь человек. Истории, которые они рассказывают, захватывающе интересны и касаются не только седой старины, но и недавнего прошлого, и даже современных событий. А это иной раз поинтересней, чем древние предания.

Вот, например, все тот же Дом Мастера в Мансуровском переулке. Подробнейше, с 1812 года, в книге изложена история постройки дома и смены его владельцев. Мансуровых среди них, разумеется, не было, вопреки заявлениям Екатерины Кравцовой. Повествование о булгаковском периоде дома сопровождается цитатами из «Мастера и Маргариты». Рассказано и о последующих обитателях этого здания. Добавьте сюда полдюжины фотографий и фрагмент плана Москвы с указанием дома № 9 в Мансуровском переулке. Информация, пожалуй, исчерпывающая. Остается лишь прийти в этот самый Мансуровский переулок и увидеть все своими глазами. Впрочем, тот ракурс, который представлен на одной из фотографий, окажется недоступным для обычного прохожего, а во двор нас не пустят.

В общем, если кто и открывает читателю заповедные местечки старой Москвы, не воспетые в рекламных проспектах, так это славный авторский коллектив путеводителя «Москва, которой нет». С нетерпением ждем следующих томов!

Е.Лясота

Ваниль

Что за растение ваниль? Родина ванили душистой (*Vanilla fragrans*), она же ваниль плосколистная (*V. planifolia*, — Центральная и Южная Америка. Это многолетняя лиана семейства орхидных с длинным, до 35 м, травянистым стеблем. Крупные беловато-желтые или желто-зеленые цветки ванили собраны в кисти по 20—30 штук, плоды — длинные стручковидные коробочки длиной 15—30 см и диаметром всего 0,7—1,0 мм. Когда они созревают и высыхают, то становятся буро-черными. Наверное, поэтому ацтеки называли ваниль тлихочитл — «черные цветы». Высушенные и размолотые в порошок плоды они использовали в качестве пряности, которую добавляли в какао.

Помимо ванили душистой, люди культивируют еще один американский вид, ваниль помпонную (*V. pompona*). У нее более короткие стручки, напоминающие по форме бананы, и пряность из них получается похуже. Еще ниже сортом продукт из таитянской ванили (*V. tahitiensis*), которая представляет собой гибрид местного вида ванили пахучей (*V. odorata*) и завезенной французами в Полинезию *V. planifolia*. Остальные виды ванили, а их около 110, имеют чисто декоративное значение.

Почему ваниль такая дорогая? Когда европейцы открыли для себя заморские пряности, те стоили баснословных денег. Но со временем диковинные растения перекочевали на плантации и перестали быть редкостью, а пряности существенно подешевели. Однако натуральная ваниль до сих пор стоит очень дорого. Ее цветки опыляют безжалые пчелы-мелипоны (*Meliponula ferruginea*), которые живут только в Центральной Америке. Попытки переселить их в другие регионы успехом не увенчались, поэтому ваниль выращивали за пределами Мексики исключительно как декоративное растение. Только в 1841 году Эдмон Альбиус, 12-летний чернокожий мальчик с плантации острова Реюньон, придумал простой метод искусственного опыления. Это исключительно трудоемкое занятие, поскольку каждый цветок надо обработать вручную, а раскрывается он всего на день. Плоды завязываются только в половине опыленных цветков и развиваются 7—9 месяцев. Неудивительно, что цены на ваниль в иные годы могут доходить до 500 долларов за кг.

Чем пахнет ваниль? Стручок ванили не имеет запаха. Чтобы получить ароматную пряность, нужно собрать незрелые плоды, погрузить их на 20 секунд в горячую воду, а затем неделю парить в шерстяных одеялах при температуре 60°C. В это время в стручках происходят ферментативные процессы, в результате которых гликозид глюкованилин расщепляется на глюкозу и свободный пахучий альдегид — ванилин. Потом стручки еще долго и сложно сушат в тени на открытом воздухе, при этом они теряют две трети массы, темнеют и покрываются снаружи белыми кристалликами ванилина. Но не ванилином единым благоухает ваниль: в создании ее неповторимого аромата участвуют еще коричные эфиры, анисовые спирт и альдегид. Поэтому плоды, в которых ванилина относительно немного, часто пахнут приятнее и сильнее плодов с высоким его содержанием.

Как выбирать ваниль? Качественная ваниль должна обладать приятным, сильным и стойким запахом. Отчасти эти качества зависят от процесса заготовки, отчасти — от самого растения. Лучшие сорта сохраняют аромат до 36 лет. Низкосортные стручки быстро трескаются, и запах выветривается. Самые некачественные сорта содержат главным образом не ванилин, а гелиотропин (пиперонал) и пахнут гелиотропом, а это уже не то, сами понимаете.

Качественный стручок (палочка) ванили — длинный, мягкий и эластичный, слегка скрученный и маслянистый на ощупь, темно-коричневого цвета с налетом ванилиновых кристалликов. Светлые, потрескавшиеся или раскрытые стручки не годятся. По совокупности свойств производители выделяют от трех до восьми сортов ванильных палочек. При самом простом делении к первому сорту (категории А) относят стручки длиннее 15 см с содержанием влаги 30—35%. Их еще называют «гурме» или «прима». В стручках категории В длиной 10—15 см 15—25% влаги. К классу С относятся все остальное, короче 10 см.

Лучшая пряность, как мы помним, получается из плосколистной ванили. Самой качественной считают мексиканскую, за ней следует бурбон — сорта V.



planifolia, которые культивируют на Мадагаскаре и Реюньоне. (Бурбон – старое название Реюньона.) А если вы увидите вест-индскую ваниль, то это уже *V. pompona*.

Что можно приготовить из натуральной ванили? Прежде всего, имея стручок, можно обеспечить себя ванильным сахаром. Одну-две палочки засыпают 500 г сахара и неделю хранят в плотно закрытой банке в прохладном месте. За это время он пропитывается ароматом ванили. По мере потребления в банку можно подсыпать новый сахар, стручка хватит на полгода.

Очень удобная вещь — ванильный экстракт. Надо взять четыре стручка (обычно используют категорию В), расщепить пополам и залить 100 г водки, чтобы она полностью закрывала стручки. Не забудьте плотно закупорить бутылку. Через две-три недели в прохладном месте экстракт готов. А если стручков взять два, а водки — целую бутылку, то получится ванильная водка. Настаивают ее всего несколько часов, так что долго томиться в ожидании не придется.

Готовые ванильный сахар и экстракт бывают в продаже. Выпускают еще эссенцию — более насыщенную ванилью разновидность экстракта, и ванильный порошок (молотые стручки).

С какими продуктами употребляют ваниль? Познакомившись с ванилью, европейцы сначала употребляли ее так же, как ацтеки, — добавляли в какао. Потом ею стали ароматизировать курительный и жевательный табак, а еще позже начали использовать в кулинарии. Английская королева Елизавета I очень любила ванильные пирожные.

Ваниль добавляют во всевозможные сладкие блюда, ароматизируют ею кофе, какао и ликеры. При этом следует иметь в виду, что ваниль горькая, поэтому перед использованием ее тщательно растирают в порошок вместе с сахарной пудрой. На килограмм продуктов берут четверть палочки. Если взять больше, кушанье будет горчить, и никакой сахар его не спасет.

В выпечку и другие блюда, которым предстоит тепловая обработка, добавляют устойчивый к нагреванию ванильный порошок. Экстракт и эссенция при высокой температуре теряют аромат и годятся только для холодных продуктов. Иногда ими пропитывают готовые бисквиты и торты. А еще можно сдобрить кушанье молоком, в котором прокипятили стручки.

Ароматным ванильным сахаром посыпают выпечку, фрукты и десерты. В блюда с ванилью иногда добавляют корицу и шафран, с остальными пряностями она сочетается плохо.

Что такое синтетический ванилин? Ваниль так прекрасна и при этом так дорога, что стала первой пряностью, которой люди нашли искусственный заменитель. Попытки, предпринятые во второй половине XIX века английскими, немецкими и французскими учеными, были не слишком успешными: искусственный ванилин получался дороже натурального. Однако к началу XX века удалось наладить производство дешевого продукта сначала из гвоздичного масла, а затем из сафлора — компонента эфирного масла камфарного лавра, из молодой сосновой древесины. Так что белый порошок в пакетиках, который заменяет большинству из нас чернокориичные маслянистые палочки, покрытые ванилиновой изморозью, представляет собой побочный продукт при производстве канифоли из сосновой смолы. Сравнения с натуральным продуктом он не выдерживает, ибо запах имеет резкий, нестойкий и лишенный оттенков. Зато стоит копейки.

Как обращаться с синтетическим ванилином? Синтетический ванилин продается либо в чистом виде, либо в смеси с сахарной пудрой; в этом случае на пакетике написано «ванильный сахар». Ванилина в этой смеси мало, причем он быстро выдыхается. Поэтому лучше покупать чистый порошок и растирать его с сахаром непосредственно перед употреблением.

Перед использованием ванилин обязательно надо развести. Но в холодной воде он очень плохо растворяется и выпадает в осадок. Горячая вода тоже не годится: в ней ванилин быстро выдыхается и дает горечь. Остается спирт. Опытные кулинары рекомендуют развести один пакетик ванилина в 50 мл водки, а затем влить раствор в остывший сахарный сироп (400 г сахара на стакан воды) и использовать по мере надобности.

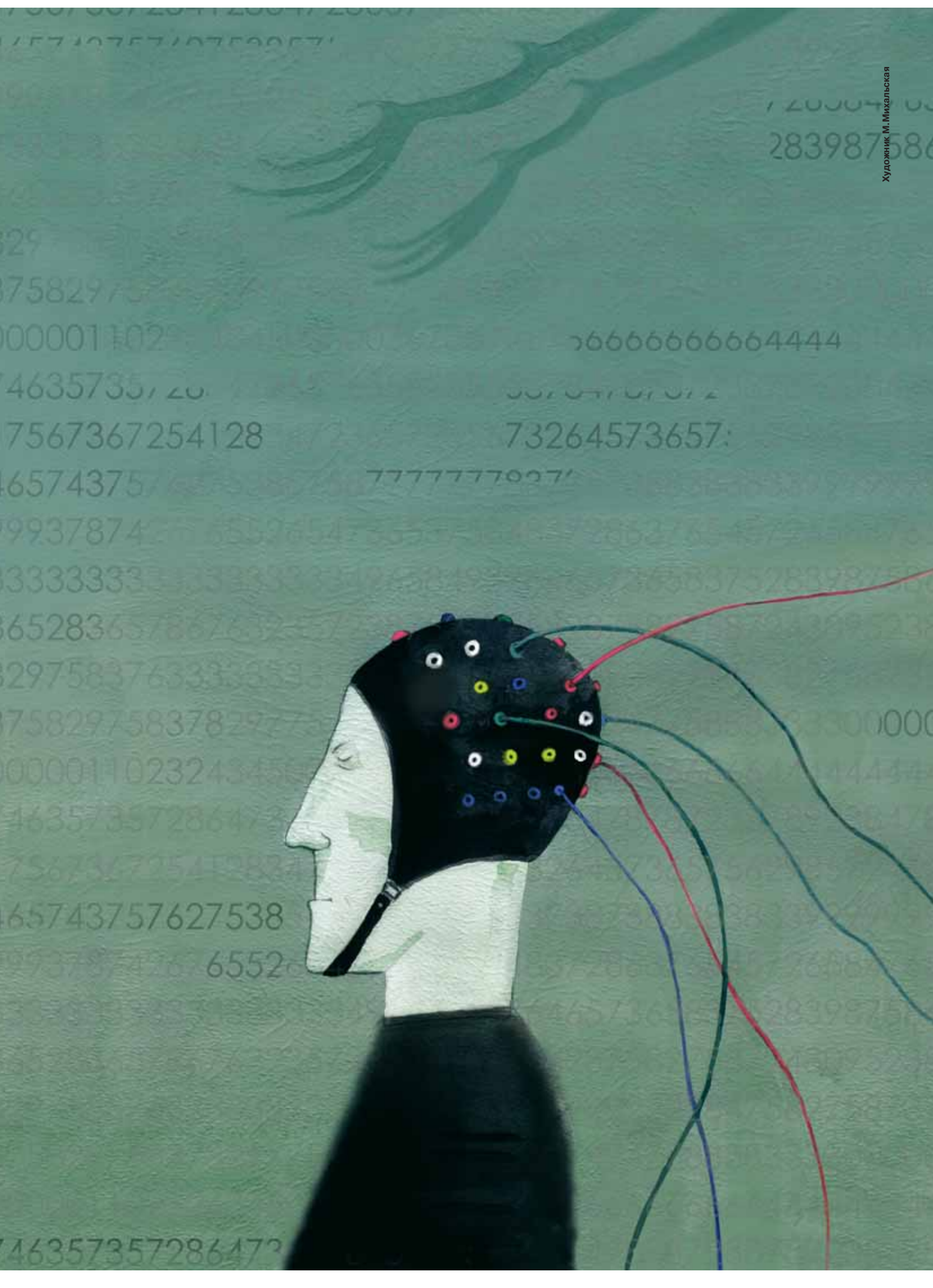
Чем полезна ваниль? Из стручков ванили получают масло. Помимо ванилина оно содержит разные смолы, жиры, дубильные вещества, ферменты. Аромат его целебен, он снимает раздражение и помогает при бессоннице; стимулирует пищеварение и нейтрализует алкоголь, действует как легкое обезболивающее и вообще улучшает самочувствие. Запах ванили увеличивает уровень адреналина, поэтому она служит мягким стимулятором. Масло можно не только обонять, но и добавлять в ванны, растираться им, делать компрессы (оно благотворно влияет на кожу).

А еще специалисты уверяют, что масло ванили снижает тягу к сладкому: капнули каплю на кусок торта, и больше не хочется.

Н. Ручкина

Художник Е. Станикова





Мультифазные драконы



ФАНТАСТИКА

Анатолий Нейтак

Научная система вырождается. Наше общество построено так, чтобы сохранять стабильность. Развитие науки разрушает стабильность общества. Поэтому система борется с наукой, и даже сама этого не замечает.

Павел Шумил. Долг перед видом

— Ты что делаешь?

— Ловлю мультифазных драконов.

— Зачем?

Я скопился на нее. Вроде не издевается, в глазах некий интерес. Ладно, будем объяснять.

— Знаешь, что такое фаза?

— Фазы бывают разные. Фазы луны, фазы колебаний, твердая фаза в жидкой фазе. Еще в геологии, кажется, что-то такое... А ты какими фазами занимаешься?

— «Phasis» в переводе — явление. Однофазные драконы в моей системе терминов — явления единичные. Настолько редкие, например, что вероятность наблюдения двух таких явлений в сходных условиях на протяжении какого-то разумного срока, ну, скажем, одного года, — меньше одного к миллиону. Есть другие однофазные драконы. Взрыв сверхновой — однофазный дракон: данная конкретная звезда может стать ей только один раз.

— Ага. Но звезд очень много, и для гигантской Галактики вроде нашей взрыв сверхновой становится мультифазным драконом.

— Не так. Превратить однофазных драконов в мультифазных статистика не может. Однофазных драконов те же физики изучают давно и успешно. Именно потому, что занимают однофазными драконами в системах, включающих множество сходных элементов. Легко засечь явление сверхновой в системе из сотен миллиардов звезд. Легко засечь поглощение нейтрино веществом, когда имеешь дело с кубическим километром прозрачной жидкости. И так далее. А вот с мультифазными драконами заранее ничего сказать нельзя.

— Так. Мультифазный дракон — это редкое явление в единичной системе?

— Именно. Причем такое, что нельзя вычислить вероятность его осуществления. Либо неприменимы статистические законы, либо система незамкнута, либо мешает еще что-нибудь... этакое. Универсальные гении — мультифазные драконы. Привидения — чем бы они на самом деле ни были — тоже мультифазные драконы. Как, собственно, драконы: они могли бы быть, но наблюдать их почему-то не удается. Или наблюдателю потом не верят.

— Вот оно что...

— Оно. А теперь не мешай.

Молчание было недолгим.

— А все-таки, что ты сейчас делаешь? То есть — как ты ловишь своих драконов?

— На приманку. Наживляю, забрасываю, жду.

— Не будь таким буквой! Трудно объяснить по-человечески?

— А я не человек. Я — дракон. Я мог бы быть, но наблюдать меня нельзя, пока не совпали фазы.

Ушла. Ну и пусть.

Вечно забываю повесить табличку у входа: «Не шуметь. Не входить. Идет мысленный эксперимент». Неужели трудно оставить меня в покое, когда я занят? Пусть ерундой (по авторитетному мнению товарищей, которым иметь авторитет положено по должности). Но я — занят! Кому приятно, когда отрываю от дела? Лично я ничего приятного в этом не нахожу.

В другой раз я столкнулся с ней в столовой. В буквальном смысле слова — столкнулся, чуть компот не разлил.

— Ой!

— Ничего. Я сам виноват.

— Нет-нет, это я не смотрела, куда иду.

— Я тоже не смотрел. Так что не меньше пятидесяти процентов ответственности — мои.

Пока расшаркивались, оказались за одним столиком.

— Как там ваши драконы?

— Драконы — хорошо. С фиксацией хуже. Иногда меня подмывает написать статью о природных явлениях, принципиально наблюдаемых только при условии частичной либо полной неисправности приборов наблюдения.

— Я так и не поняла: вы на самом деле ловили своих драконов?

— Да. Неоднократно. Но ссылаться на меня не надо, потому что подтверждений нет. Хорошо было в прежние времена охотникам на драконов. Завидую! Кругом все достаточно непостижимое. Для веры в существование любой экзотической твари совсем не обязательно было показывать гостям мумифицированную голову на почетном месте в зале трофеев. Довольно нескольких тостов и вдохновенного рассказа. А теперь печальная истина такова, что, если показать авторитетной комиссии означенную голову, половина скажет: «Это не дракон, это варан-мутант!» — а другая половина возопит: «Мистификация!» Что дальше? Авторитетная комиссия будет требовать от смущенного драконоборца координаты долины, где драконы собираются в новолуние и творят свои запретные обряды. И охотник будет уверять комиссию, что если даже показать любопытствующим тайное место, то драконов там уже не увидеть никому и никогда, потому что они не придут в оскверненную долину. Но тщетно будет...

— Эй, крошка, тебе не надоело снимать лапшу с ушей?

— Что ты нашла в этом зануде?

Стаду дубоцефалов за соседним столиком было весело. Мне — нет. Не дожидаясь третьей реплики, моя знакомая встала и удалилась. А я остался в обществе остывшего супа и чужого жизнерадостного гогота.

Неаппетитная приправа, что ни говори.

Для кого-то вторая встреча еще не представляет закономерности, но для ловца мультифазных драконов два события од-

ного класса — уже повод для радости. В свободную минуту я не поленился влезть в общую сеть базы и открыть «визитку» интересующей меня особы.

Так-с. Имя — ничего, красивое: Лайнара. Родилась-училась-стажировалась... Стоп! Что это за наука — софоника? Никогда не слышал. (А слышал я немало.) Правда, науки в наше время плодятся хуже зилийских ящериц. Прилюдно высморкаться — наука. Наблюдать за скоростью осаждения «холодных» волн — наука. Считать стекающие по стеклу капли — тоже наука, однако. Но софоника?.. Смотрим ссылки. Такие есть, но почти все закрыты личным ключом Лайнары. Хакер же из меня, говоря без лести, хреновенький. Немногие оставшиеся вектора ссылок уводят в Интернет. Для мелкой и узкой локальной сети нашей базы — картина типичная. У нас многие запросы выводят к тупикам оборванных ссылок. А моя квота на глобальный поиск не так велика, чтобы я мог часто удовлетворять праздное любопытство. Еще один минус нашей локалки — малое сечение ячейки Квантум Ноль. Очень малое. Как у артерии, с рождения пораженной атеросклерозом.

Если подвести черту, слово «софоника» по-прежнему мне ничего не говорит. Не говорит? Вру. Если такая наука существует, то моя некрасавица по имени Лайнара похожа на меня. По крайней мере, в одном: она — тоже единственный представитель своего направления среди сплоченной популяции, из которой процентов девяносто пять составляют шумные самоуверенные адепты старых и устоявшихся наук. Мы с Лайнарой в меньшинстве.

Как известно, брать числом меньшинство не может. Если оно хочет выжить, ему надо брать сплоченностью. Я хочу выжить? Да.

Кроме того, надо ставить контрольный эксперимент.

Какое там у нее рабочее расписание?..

Отдельного рабочего помещения Лайнара, в отличие от меня, не имела. Видимо, доля мысленных экспериментов при ее специализации была еще больше. Либо (менее приятный вариант) для ее работы вообще не нужны специальные приборы. Я знаю некоторых исследователей, от просто библиотечарей до мнемоников и нексиалистов, которые девяносто девять процентов своего времени заняты открытием хорошо забытого старого. Знание, которым цивилизация уже располагает, но которое либо вовсе не используется, либо используется только в пределах «малых групп». Для таких людей главный и почти единственный инструмент познания — подключенный к Сети переносной терминал. Их работа нужна и важна, но все-таки это не то...

Лайнару я нашел в терминальном зале, в очереди на услуги Квантум Ноль. Я и сам частенько бывал здесь, чтобы узнать новости той «малой группы», к которой имеем честь принадлежать мы, ловцы драконов. Действительно, малой: нас меньше, чем освоенных планет.

Взглянув на широкий экран через плечо Лайнары, я увидел три открытых окна с тремя разными текстами. В первом опознал учебник по матстатистике, во втором — нечто по психологии, а чего касаются странно нотируемые формулы третьего текста, понять не успел. Лайнара обернулась, одаря меня не слишком любезным взглядом человека, оторванного от дел.

— Можно вопрос? — говорю.

— Можно.

— Чем занимается софоника?

Нелюбезности как не бывало. Лицо некрасавицы осветилось.

— А! Это наука о разуме... одна из многих. В некотором смысле ответвление психологии, в некотором смысле — ксенологии, но не то и не это.

— А что же именно?

— Ну, если не влезать в детали...

Терминал Лайнары мягко зазвенел, и она мгновенно потеряла ко мне всякий интерес. Как я уже говорил, сечение нашей ячейки Квантум Ноль невелико, и кто не успел, тот опоздал. В Интернет поработать хочется всем. Я тихо удалился. Контрольный эксперимент поставлен. Можно ли считать его удачным?

Интуиция шептала: да, можно.

Спустя три недели я ей уже почти не верил. Да что не верил — почти забыл о девушке Лайнаре и обо всем с ней связанном. Один из моих драконов упорно водил перед моим носом кончиком хвоста, но при этом удалялся с такой же скоростью, с какой я к нему подкрадывался. Дразнил, паршивец. Издевался. Что я только не перепробовал! Даже поставил второй генератор случайных чисел на блок питания. Куда там! Только тот хвост и видел.

Тут-то Лайнара и нарисовалась. Более неподходящего момента не представить, ибо я как раз повествовал эфиру, как меня радует созерцание хвоста. И при этом был слишком зол, чтобы подвергать песнь своей души цензуре. Девушка покраснела аж до пят и пролепетала в перерыве между фразами:

— Я зайду попозже?

Когда я опомнился, рядом ее уже не было.

База — та же деревня. Иногда живущие на ней оказываются в одном и том же коридоре в одно и то же время просто случайно. Вот и мы с Лайнарой встретились без всякого плана. Притом в таком месте, какое разумному существу пришло бы на ум в последнюю очередь. В полугерметичных служебных отсеках рядом с вакуум-причалами. Что она там делала, да еще в антирадиационном скафе — бог весть. Я же волок переносной холодильник с жидким гелием, как визаррские пращурсы свою законную охотничью добычу: ручками. У ремонтников как раз случился какой-то не то малый аврал, не то малый затык — но как ни назови, а свободного экзоскелета для тяжелых работ на мою долю не осталось.

Охотники на мультифазных драконов такие ситуации обозначают не маркером «закон бутерброда», а маркером «закон века». Звучит так: «Если есть явления, наблюдаемые при разных условиях, то найдется класс явлений, наблюдаемый только в моменты, когда веки всех присутствующих закрыты». Следствие: гляди вполглаза. Наверняка мои драконы, сволочи, отплясывали в накопителях именно сейчас, когда я волок клятый холодильник и не мог настроить сенсорные блоки.

Это я к тому, что с Лайнарой мы не обменялись и словом. Ну встретились и встретились. Поглядели друг на друга. Разошлись.

Бывает.

— Привет. Я поставила научный эксперимент.

— А... здравствуй. Какой эксперимент?

— Я перестала питаться регулярно, как нормальные люди. Знаешь, в твоей теории мультифазных драконов что-то есть, это точно. Пока я ходила в столовую по четкому расписанию, тебя в ней не встречала. А теперь — вот.

Я глянул на часы: четыре ночи.

— М-да. Именно.

Глаза у Лайнары — розовые, как пальчики богини зари. Да и по мне наверняка было видно, что последние сорок пять часов я провел на ногах. И столовую забежал только потому, что не ел еще дольше.

— Давай покончим с этим.

— Извини, я плохо соображаю сейчас. Говори, пожалуйста, яснее.

— Я хотела сказать — давай назначим встречу, как положено. Завтра... то есть уже сегодня. Здесь. В восемнадцать ноль-ноль.

— Хорошая идея. Давай.

Идея казалась действительно хорошей. Но проверки практикой не выдержала. Как и многие другие перспективные идеи.

Лайнара не пришла. И на следующий день тоже. И на третий.

Как выяснилось позже, врачи нашли у нее что-то вирусное и положили в карантин на неделю.

Спустя три месяца мы столкнулись в месте еще более невероятном, чем вакуум-причалы нашей базы. Конкретно — в зале ожидания Поланиса-Орбитального.

— Лайнара?

— Жиль?

— Что ты тут делаешь?

— Возвращаюсь на базу. А ты?

— Жду двухчасового шаттла до планеты. У меня отпуск.

Мы посмотрели друг на друга. И целых сорок пять минут до рейсовика, на котором ей предстояло лететь, болтали, как подростки, о чем подвернется. Но я уже начал прозревать страшную истину.

Да-да. Именно истину и именно страшную.

Мультифазные драконы со своими уловками многому меня научили.

Вернувшись из отпуска, я решил нарушить неписаное соглашение: пошел в блок, где жила Лайнара. Но не тут-то было: сквозь дверь откликнулся крайне недовольный заспанный баритон. Нет, никакой Лайнары он не знает. Нет, он занял эту комнату недавно. Еще вопросы? Нет вопросов.

В терминальном зале Лайнары не было. Не было в столовой. Не было в... Да в общем нигде, куда бы я ни заглядывал. Даже у медиков, к которым зашел скрестя пальцы и в последнюю очередь, о ее местонахождении не знали ничего. Тогда я нарушил еще одно неписаное соглашение и отправил ей записку по сетевой почте — до востребования — и вернулся к мультифазным драконам.

Дело не клеилось. На этот раз потому, что мои мысли витали вокруг письма, а вовсе не вокруг идущих экспериментов.

Потом мне снова понадобился жидкий гелий. Я ходил за ним целых четыре часа и по возвращении нашел на столе записку:

«Не могу больше ждать, убегаю. В ближайшие двенадцать суток меня не ищи: на базе меня не будет. Хотела попрощаться, но не вышло. Судьба, под хвост ее коленом!

Может, пора что-то сделать с нашими фазами? Лайнара».

Может, и пора, подумал я мрачно. А как?

Известно, что наблюдатель и наблюдаемое явление представляют собой единую систему. При ловле драконов особенно важно помнить об этом, поскольку — и это не совсем фольклор — драконы имеют привычку являться в самый неподходящий момент. В последнее время драконы в моих накопителях стали гостить чуть ли не по расписанию, но легче



ФАНТАСТИКА

мне от этого не было: ведь я думал не о них. Я ждал, когда истекнут двенадцать дней, тосковал, скучал и ходил немного сонный. Нельзя объяснить иначе как сонливостью ту глупость, после которой я очнулся в бледно-зеленой палате на анатомической койке.

— Пришел в сознание? Очень хорошо. Жиль Вебер, вам говорили, что большие мальчики не хватают руками неизолированные провода под током?

— А?

— И не надо ссылаться на амнезию, не поможет. Вы живете и работаете на космобазе, имеете дело со сложными приборами. Значит, должны были усвоить соответствующий курс техники безопасности.

— Я усвоил. Это все второй генератор случайных чисел.

— Так. У пациента бред.

— Никакой не бред! — возмутился я. Но потом сник. Я ведь не помнил точно, один генератор случайных чисел я отключил или оба. Отшибло начисто...

Тогда я принялся старательно вспоминать, что помню, а что нет. Ужасное занятие, никогда и никому подобного не пожелаю. Многие психопаты, наверно, начинали именно так.

На мое самокопание к тому же накладывалась общая слабость. Исколотые анальгетиками руки казались похожими на обтянутые размякшей кожей сардельки. И еще донимала мерзкая дрожь где-то в районе спины. Как нервный тик, только хуже. В общем, ничего веселого.

— Доктор, — попросил я, — можно мне снотворного?

Полчаса уламывал. Уломал. Отрубился.

А когда очнулся снова, мне жизнерадостным тоном сообщили, что меня приходила проведать девушка. Черноволосая такая, довольно милая. Беспokoилась. Не невеста, слушаем?

В ответ я мрачно попросил еще снотворного.

Но мне, конечно, не дали.

Очередная встреча с Лайнарой оказалась на удивление мирной и спокойной. Она снова пришла ко мне, болезному, и мы снова болтали, куда язык выведет, но не касаясь ни драконов, ни софоники. Тили-тили-тесто... Я поймал себя на том, что окончательно и бесповоротно лишился способности думать о моей некрасавице без нежности. И даже — как о некрасавице. Когда по ходу разговора ее лицо начинало светиться радостью, или внезапным пониманием, или той же нежностью...

Не может быть некрасивой женщина, лицо которой светится при тебе и для тебя. Научный факт. Можете меня цитировать.

Мы поговорили, как нормальные люди, и, как нормальные же, назначили новое свидание. На завтра.

Лайнара пришла, сдержав обещание. И мы снова заболтались... вот только языки вывели нас на те самые темы.

Было это примерно так:

— Что ты делала на Поланисе?



ФАНТАСТИКА

— На Поланисе — ничего. Транзитный рейс с пересадками. Я вообще-то с Гукка летела.

— А на Гукке?

— Там у меня друзья. Софонисты.

— А-а-а, ну да. Это у тебя в визитке есть. Совсем забыл. И ведь я до сих пор не знаю, чем твои софонисты занимаются.

— Много чем. Вообще, это направление возникло лет тридцать назад, когда один мэтр, выйдя в отставку, решил посмотреть на некоторые психологические проблемы сквозь призму отработанных методов ксенологии. Может, и до него пытались, но не получалось. И у него не получалось сперва. Пока он не перелопатил методику, не вывернул при помощи пары ушлых аспирантов — кибернетика и программера — систему привычных психотестов и не понял, что тихой сапой создал новую науку. В общем-то мне сдается, что софонисты занимаются примерно тем же, что и ты, только в другой области приложения. Мы изучаем даже не разум как таковой, а разум как источник явлений, свойственных только ему.

— А психологи?

Лайнара поморщилась. Не у одного меня деятели традиционной науки натерли на мозгах мозоль.

— Это совершенно не то. Как бы объяснить?.. Психологи изучают память — но памятью обладают все сложные организмы. Изучают реакции, но реакции свойственны даже амебам. Изучают инстинкты... ну, тут тоже все понятно. А вот такая вещь, как интеллектуальное вдохновение — моя область специализации, между прочим, — для психологов остается в лучшем случае предметом псевдофилософских рассуждений. Их интересуют массовые явления и общие закономерности. А вдохновение, одна из вещей, которые выделяют потенциально разумных существ, психологов не волнует. Парадокс! Изучая преимущественно то, что нами унаследовано от животных, они...

И тут в боксе погас свет.

Если вы принадлежите к большинству, что родилось и живет на планетах, то вы, наверно, не представляете, как это было жутко. В боксах медицинского блока, предназначенных для космоса, а не для планет с линейным климатом, используется техника с такой степенью надежности, что вероятность ее самопроизвольного отказа равна единице, деленной на число Авогадро. Если на борту все рухнет и пылает, если в базах данных обнаружился злобный вирус, если экипаж поразил скоротечная пирвейская чума или все это случилось одновременно — даже тогда в медблоке можно быть спокойным. Как в бомбоубежище во время града.

Но свет погас. Без каких-то пиротехнических эффектов. И от этого было еще страшнее!

— Жиль, я боюсь.

— Я тоже.

— Почему с нами вечно случается что-то такое? Именно с нами?

— Не знаю. Но...

— Да? Ты что смеешься?

— Глупости... Я подумал, что даже не могу тебя обнять: у меня руки обколоты обезболивающим. Сардельки бесчувственные.

— Ну и наплевать. Я тогда сама тебя обниму, вот так. Хорошо?

— Да...

Некоторое время Лайнара молчала.

— Почему ты сменил тему?

— Не бери в голову.

— Слушай, я ведь тоже исследователь. Я не отстану.

— Да уж вижу... Боюсь я, сказал ведь. Только сейчас мне пришло в голову, что и в самом деле...

— Ну?

— Старая-старая проблема. Психологи, говоришь, не изучают вдохновение. Бяки, не ученые. А может, у них есть причины? Может, не все такие упрямые, как мы с тобой, не все готовы ловить рыбку в мутной воде, даже если ее там нет? Подумала ли ты, что будет, если ты точно — понимаешь, точно! — установишь, откуда в нас берется вдохновение, что это вообще такое и как его вызывать? Это ведь будет пострашнее любой бомбы, милая! А что до меня... Если я поймаю хоть одного дракона в условиях полной... Нет, об этом вслух нельзя.

— Жиль...

— У тебя есть методики для стимуляции вдохновения?

— Да. Я на себе испытывала, но они еще не совсем...

— А у меня, если называть вещи своими именами, есть методики управления случайностью. Которые тоже «не совсем». Ты понимаешь, что произойдет, если мы вздумаем свести их воедино? И если у нас вдобавок что-то получится? Ведь вдохновение — это тоже случайный процесс! Ты понимаешь, что в этом случае нам светит? Ты понимаешь, Лайнара?

— Я боюсь, — прошептала она.

— И я тоже. Поэтому и пытался увести разговор в сторону. Есть законы мира сего, которые не хотят, чтобы их открыли. Ты готова встать против законов природы? Ты действительно хочешь этого?

Помолчав, она тихо сказала:

— Хочу.

И тогда я улыбнулся, хотя знал, что в темноте моя улыбка не видна.

— Вот и я тоже. Альянс?

— Альянс! И да не разлучит нас смерть.

Но жить долго и счастливо у нас с Лайнарой не получилось. Просто не могло получиться. Это было ясно с самого начала. Когда двое людей сознательно предпочитают стабильности перемены...

Впрочем, как было сказано в ином месте, это уже совсем другая история.

Полезные ссылки



AtomInfo.ru



<http://atominfo.ru>

Независимый аналитический сайт, посвященный атомной энергетике в России и в мире. На сайте нет ни рекламы, ни платных разделов, только информация. Она структурирована как по темам, так и по регионам (Россия, Азия, США, Восточная и Западная Европа). Отдельно собраны материалы по МАГАТЭ и ГК «Росатом». По всем темам — свежие новости, информация о мероприятиях, официальные документы, интервью и мнения специалистов, аналитические статьи. Особого внимания заслуживает раздел «История». Сайт адресован в первую очередь специалистам, тем же, кто не знает, что такое ЯТЦ и ОЯТ, может быть сложно. У сайта есть английская версия и форум, где посетители и хозяева могут общаться. Интерфейс можно было бы сделать и поудобнее, например кнопки «Интервью» и «Мнения» видятся не со всех страниц.

Практическая молекулярная биология



<http://www.molbiol.edu.ru/>

Здесь бывал, наверное, каждый, кто когда-либо интересовался гуманитарными науками. «Книги, учебники: религия, философия, история, культура, психология...» «Мы с вами уже четыре года. Из частной библиотеки провинциального преподавателя превратились в портал знаний. За день нас посещает более 50000 читателей. В Интернете имеется более 70000 ссылок на наш сайт. К примеру, только в Википедии более 5000 ссылок. В нашей библиотеке насчитывается 5000 книг и статей. Мы были когда-то на бесплатном хостинге, теперь мы на своем сервере». Здесь можно прочесть «Поэтику» Аристотеля или статью «Алла Борисовна Пугачева как культурный феномен», «Настольную книгу газетного дизайнера» Т. Харроуэра или четыре книги Йохана Хейзинги. Интерфейс удобен и доступен даже самому гуманитарному уму.

Научный форум dxdy



<http://dxdy.ru/>

Форум мехмата МГУ. Естественно, наиболее интересны математические темы («Кухня научных публикаций», «N точечных зарядов на поверхности сферы», «просто банахово пространство», олимпиадные и другие нестандартные задачи...). В отдельную группу тем собраны справочники по формулам. Есть полезный раздел, посвященный поиску электронных книг и тонкостям создания электронных книг из бумажных. Кроме математики на форуме представлены физика, computer science, механика и техника, химия, биология и медицина, экономика и финансовая математика, гуманитарные науки.

Интернет-решебник «Плюс пи»



<http://pluspi.org/>

Здесь решают и предлагают для решения задачи. Можно спорить, хорошо это или плохо — выкладывать в Интернете решения, но нам кажется, что выкладывать решения лучше, чем просто ответы. На первом этапе планируется развитие математической части, в будущем ожидаются физика, программирование и т. д. «Если у вас не получится решить задачу, вы можете добавить ее на сайт, и она будет решена. (Не к вашему завтрашнему уроку, а тогда, когда найдется желающий ее решить. — *Примеч. ред.*) Если вы хотите попрактиковаться в решении задач, вы можете решать задачи, размещенные на сайте и тем самым помочь другим пользователям». Сайт сделан с помощью программного движка «МедиаВики» и в целом похож на Википедию — этим и удобен. В настоящее время здесь активно решают известный «Сборник задач по высшей математике» Л.А.Кузнецова: некоторые разделы решены полностью, над другими работают. Есть многообещающая рубрика «Интересные задачи и головоломки». Сейчас на сайте более 4000 статей, и, учитывая, что задач, нуждающихся в решении, на свете гораздо больше, это только начало пути.

Корпус экспертов по естественным наукам

Физика Астрономия Математика Химия Биология Науки о Земле

<http://expertcorps.ru/>

В 2007 году редакции российских общефизических журналов «Журнал экспериментальной и теоретической физики», «Письма в ЖЭТФ» и «Успехи физических наук» инициировали проект создания корпуса экспертов в области физики. Позднее он был распространен на другие разделы физики, астрономию и биологию и получил поддержку фонда «Династия». Государственные и частные фонды и организации могут привлекать (и уже привлекают) экспертов корпуса к оценке проектов и научных результатов. Основная идея проекта состоит в том, что экспертов выбирают сами ученые, напрямую, минуя любые административные инстанции. Это должно обеспечивать экспертизу, не зависящую от конъюнктуры и процедурно прозрачную. Как именно формируется корпус экспертов, любой желающий может видеть на сайте. Посмотреть результаты и узнать, насколько велики заслуги молекулярного генетика N. или астрофизика Z., можно на странице «Кто есть кто в российской науке» (<http://expertcorps.ru/science/whoswho>). Об этом проекте мы уже писали, когда обозревали сайт Scientific.ru. С 2010 года он реализуется совместно с проектом «Корпус экспертов», на основе единой базы данных. Кстати говоря, экспертов по химии, а также математике и наукам о Земле пока явно недостаточно...



Художник Н. Колпакова

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Трясогузка-2011

Маленькую птичку с длинным хвостом Союз охраны птиц России назначил символом 2011 года (www.rbcu.ru). Поговорим о повадках этой птички: чем она хуже символов года по восточному календарю?

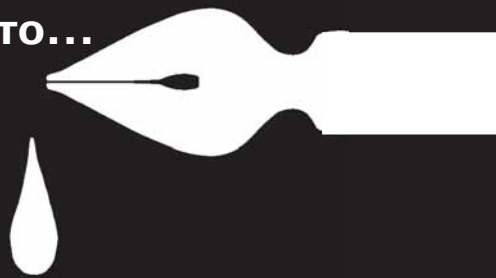
На большей части нашей страны трясогузка живет не круглый год, а прилетает из теплых стран в начале весны, когда реки только начинают освобождаться ото льда. Потому и говорят, что птица своим хвостом лед ломает. Бегство от морозов — не лишняя мера предосторожности, ведь основной корм трясогузки — пауки и мелкие насекомые. Зимой в нашем климате их не найти, хотя некоторые орнитологи и наблюдали трясогузок в трескучий мороз там, где в водоем сливается теплая вода из различных городских сооружений. Впрочем, в таких местах даже тропические рыбки, сбжавшие из аквариумов, могут зимовать.

Вообще же, самая распространенная у нас белая трясогузка (*Motacilla alba*) хорошо приспособилась к сожительству с человеком. Одно из ее любимых мест для устройства гнезда — край чердака над садовым домом: там между крышей и стеной всегда найдется достаточного размера щель, в которую птица способна пролезть. Хватает им места и под волнами шифера. Дом для трясогузок можно сделать и самому. Только надо учитывать, что по вертикальной стенке они ходить не умеют, поэтому строение должно напоминать плоскую коробку, у которой пол и крыша на 10 сантиметров выступает за переднюю стенку, образуя крыльцо. Внутри полезно поставить невысокую перегородку для отделения гнезда от «прихожей» — чтобы кошка не добралась и птенцы раньше времени не вылезли. Время и материал не пропадут даром: трясогузка отлично защищает сад и огород от вредителей.

Среди особенностей поведения трясогузок испанские орнитологи недавно подметили такую: чем дольше молодые птицы маскируются под птенцов — не сбрасывают детские перья, — тем лучше им живется. Дело в том, что взрослые самцы охотятся в одиночку и на своей территории. А самки и птенцы — стайками и повсеместно. Птенцов самцы со своей земли не гоняют, чего не скажешь о взрослых конкурентах. Вот молодые птицы и маскируются, чтобы добыть побольше пищи. Расплачиваются же эти маленькие беспризорные партизаны тем, что позже приступают к размножению — самки не воспринимают птенцов как потенциальных партнеров. Впрочем, у них впереди целая птичья жизнь.

А. Мотыляев

Пишут, что...



...данные по экзопланетам, полученные обсерваторией CoRoT, позволяют надеяться, что она способна обнаружить и еще меньшие планеты, с размерами Земли («Астрономический вестник», 2010, т. 44, № 6, с. 552—559)...

...американская компания «Made in Space» предлагает вывести на орбиту 3D-принтеры, которые будут производить там детали для космических кораблей («PC Magazine/Russian Edition», 2010, № 12, с. 4)...

...«денисовские люди» из пещеры на Алтае были ближе к неандертальцам, чем к людям современного типа, однако 4—6% их генетического материала присутствуют в геномах современных меланезийцев («Nature», 2010, т. 468, № 7327, с. 1053—1060)...

...появляется все больше свидетельств в пользу того, что органические вещества в костях динозавров могут сохраняться в течение миллионов лет («Scientific American», 2010, т. 303, № 6, с. 38)...

...11 плотин, построенных на Волге, превратили ее из реки в каскад водохранилищ, при этом речная экосистема претерпела катастрофические изменения («Экология и промышленность России», 2010, № 11, с. 4—9)...

...2,5-диметилфуран, по-видимому, является уникальной принадлежностью табачного дыма, поэтому его присутствие в воздухе показывает, что в помещении курили («Environmental Science and Technology», 2010, т. 44, № 21, с. 8289—8294)...

...рецепторы, распознающие характерные участки молекул микроорганизмов, могут также реагировать на повреждение немикробных молекулярных участков, причем возникает «стерильный» воспалительный процесс, который может стать причиной болезни («Nature Reviews. Immunology», 2010, т. 10, № 12, с. 826—837)...

...семейства генов, вовлеченные в процесс дыхания и фотосинтез, возникли в результате эволюционного взрыва,



который начался примерно за миллиард лет до того, как в атмосфере Земли стало достаточно кислорода («New Scientist», 2010, № 2792, с. 12)...

...полимерные наночастицы с малыми интерферирующими РНК против фактора некроза опухолей TNF-альфа, вызывающего воспаление, проявили себя как лекарство от язвенного колита, когда мыши принимали их внутрь («Nature Materials», 2010, т. 9, № 11, с. 923—928)

...одна из важнейших идей последнего десятилетия — представление о ведущей роли воспалительного процесса в развитии опасных заболеваний, таких как рак, диабет и ожирение, болезнь Альцгеймера, атеросклероз («Science», 2010, т. 330, № 6011, с. 1621)...

...стволовые клетки, внедренные в организм, могут сделать более эффективной терапию рака с помощью антител («Stem Cells», 2010, т. 28, № 11, с. 2084—2087)...

...в уфимском «Микрогене» получен альфа-интерферон пролонгированного действия, заключенный в микрочастицы хитозана («Биотехнология», 2010, № 5, с. 45—50)...

...ошибка социал-дарвинизма состоит в том, что социокультурный фонд эволюционирует «по Ламарку», а не «по Дарвину» («Журнал общей биологии», 2010, т. 71, № 6, с. 488—496)...

...только 16% новых видов растений бывают описаны в первые пять лет после сбора, остальные 84% описывают при изучении гербариев, и около четверти — более чем через 50 лет («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2010, т. 107, № 51, с. 22169—22171)...

...увеличение интенсивности галактических космических лучей ведет к учащению молний и понижению их мощности («Геомагнетизм и аэрономия», 2010, т. 50, № 6, с. 810—816)...

...в городских популяциях полевой мыши преобладают правши, но при стрессе левшей становится больше («Экология», 2010, № 6, с. 444—451)...

Художник С. Дергачев



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Рублем по пакетику

Пластиковый пакетик, несомненно, удобен, если несешь в нем покупки из магазина. А дома он превращается в мусор. В лучшем случае пакетик еще раз-два послужит для упаковки, а потом неизбежно окажется на свалке и по причине неразлагаемости материала долгие годы станет загрязнять окружающую среду своим присутствием. Для решения проблемы предлагают заменить полиэтилен на полилактат, биоразлагаемый за пару лет, но это не радикальная мера — расходовать ресурсы на производство содержимого мусорной корзины (в буквальном смысле слова) все равно приходится.

На самом деле избавиться от пакетиков совсем весьма легко — надо просто не брать их из магазина, а носить с собой сумку. Однако тут требуется проявлять сознательность, рассчитывать на которую трудно. Неужели нет экономических рычагов воздействия?

Оказывается, не все потеряно. В этом убедился Хэ Хаожань, когда работал над диссертацией в Гетеборгском университете (агентство «AlphaGalileo», 28 ноября 2010). А изучал он последствия введения в КНР указа, в соответствии с которым на пакетики установлена минимальная цена — не ниже себестоимости, которая составляет от 0,1—0,6 шведских крон (защищая диссертацию в Швеции, Хэ, естественно считает в местной валюте. В пересчете по курсу ЦБ РФ на декабрь 2010 это составляет от 45 копеек до 2,5 рублей). Раздавать же их бесплатно было запрещено. Указ ввели в 2008 году, и теперь пора подводить итоги.

Исследование показало, что многие магазины указ проигнорировали и спустя четыре месяца после его введения 60% пакетиков по-прежнему раздавали бесплатно. Тем не менее мера сработала: потребление пакетиков в КНР сейчас уменьшилось в два раза. Первыми же положительный результат от монетарной борьбы с пакетиками получили власти Ирландии. В 2002 году они установили минимальную цену пакетика в 1,5 кроны (6,5 рублей), и потребление этого мусора сократилось на 90%. Однако спустя некоторое время ирландцы по привычке и взялись за прежнее расточительство. Тогда в 2007 году цену пакетика подняли до 2,2 кроны (10 рублей). Теперь ирландцы в год потребляют 20 новых пакетиков вместо прежних 330.

Похоже, управу на пакетики и без разлагаемых пластиков найти можно. Интересно, а старая идея с залоговой ценой не избавит ли нас от другого бедствия — пластиковых бутылок?

С.Анофелес



В.Н.ХАРИТОНОВУ, Брянск: *Отбеливание масла — ни в коем случае не химический, а физический процесс; отбеливанием называют обработку адсорбентами, которые удаляют из масла красящие вещества.*

О.П.МАЛЫШЕВУ, Санкт-Петербург: *Наиболее распространенные оксигенатные (кислородсодержащие) добавки к бензину — этанол, метил-трет-бутиловый эфир, этил-трет-бутиловый эфир, метил-трет-амиловый эфир, но есть и множество других.*

М.А.ПЕТРОВСКОМУ, Москва: *Древесностружечные плиты USB не имеют никакого отношения к компьютерам, это сокращение от universal strand board — «универсальная плита».*

Л.В.ТРЕТЬЯКОВУ, Владимир: *Картофель, полежавший на свету, делается зеленым из-за хлорофилла (клубень картошки — видоизмененный побег, то есть потенциально способный к фотосинтезу орган), а горьким — из-за ядовитого гликоалкалоида соланина, но позеленение и синтез соланина обычно сопутствуют друг другу.*

М.Р.ГЛИКМАН, Воронеж: *Калину не рекомендуется нагревать выше 55—60°С, поэтому ее и советуют сушить; сушеные ягоды можно размолоть, смешать с сахаром или медом и развести кипятком — получится нечто вроде повидла.*

А.Р., электронная почта: *Если у вас сложилось впечатление, что у фирмы нет лицензии на предоставление медицинских услуг, то ни о каком «курсе инъекций» в этой фирме не может быть и речи, ни ради здоровья, ни ради красоты.*

НЕКОТОРЫМ ЧИТАТЕЛЯМ: *Мы видим, что электронную версию скачивает гораздо больше людей, чем заплатило за подписку, и очень рады, что подписчики делятся журналом с друзьями, но, если вам нравится журнал, пожалуйста, заплатите 180 рублей за полгода — это по силам даже малоимущему.*

Н.М., Петрозаводск: *Сожаляем, но мы не можем принять всерьез письмо о судьбах мировой науки, в котором неоднократно встречается слово «афициальная».*

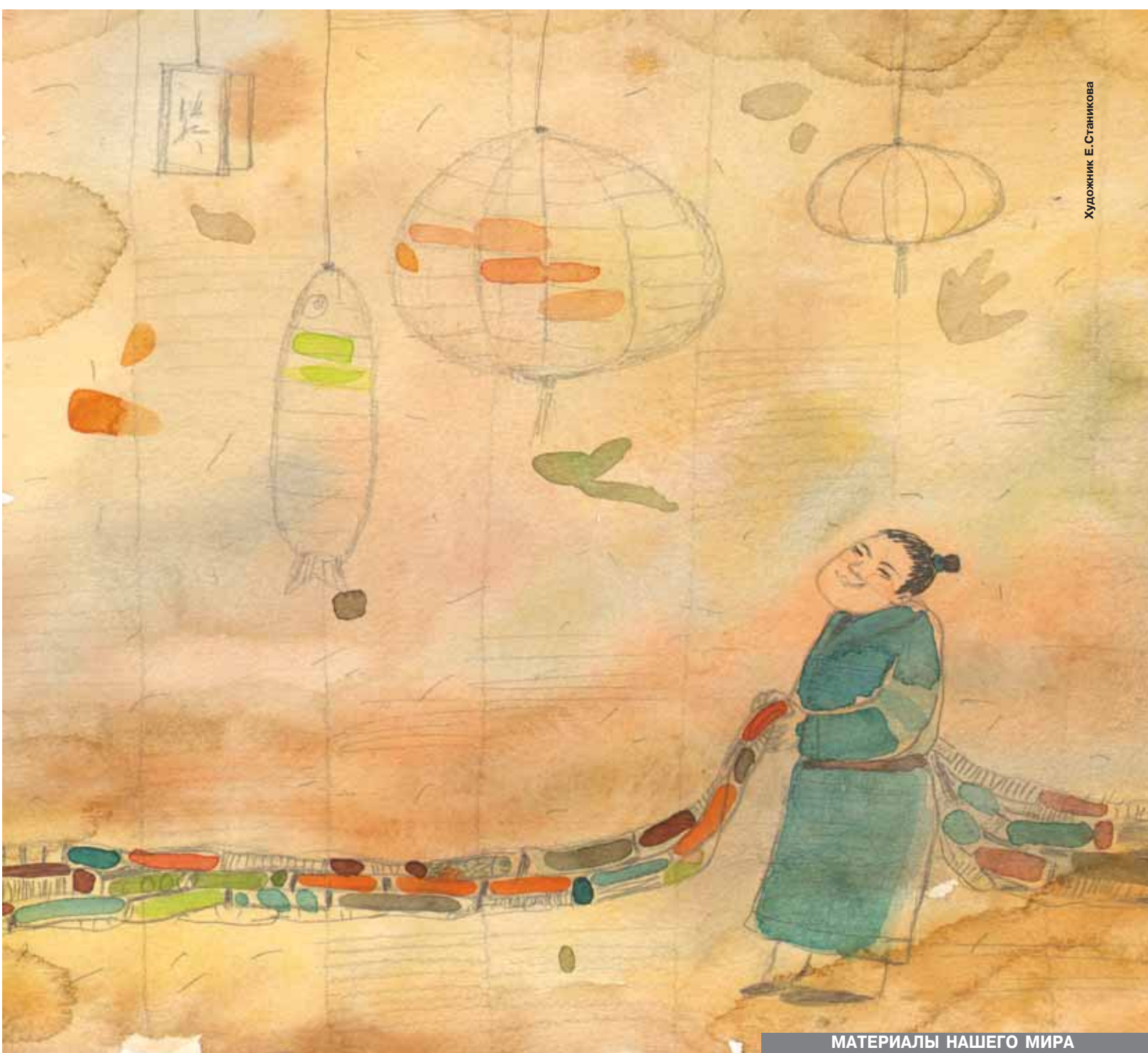
Требуется ветошь!

Как приятно императору Хо Ди читать хвалебную песнь о себе, сочиненную придворным поэтом! Одна незадача: написана она на бамбуковых дощечках. Чтобы доставить ее во дворец, потребовалась целая телега! Задумался император: как донести до потомков исторические хроники, ученые трактаты, сведения о далеких странах, куда посылаются караваны с шелком и фарфором? Призвал он своего верного слугу по имени Цай Лунь — смотрителя императорского дворца и по совместительству оружейника, славящегося изобретательностью и пытливым умом, — и повелел ему в кратчайший срок изготовить материал для письма — легкий и компактный, дешевый и долговечный. Вспомнил тогда Цай Лунь, как работницы обрабатывали коконы шелкопряда. Их варили, раскладывали на циновках, заливали водой и долго мяли. Потом отжимали воду и забирали шелковую вату, а тонкую лепешку, оставшуюся на циновке, сушили. Получался хорошо спрессованный волокнистый лист. В него заворачивали шелк. Оказалось, что на нем можно писать кисточкой. Это и была первая бумага. Называлась она «ватной» и стоила так же дорого, как шелк. Сотни опытов проделал Цай Лунь, ища замену шелкопряду. Стебли бамбука, древесная кора, конопля, обрывки шелка, отслужившие свой век паруса, рыболовные сети и даже водоросли... Он резал их на мелкие кусочки, несколько суток варил с древесной золой, растирал в ступке до образования однородной клейкой кашицы. Затем черпал жидкую массу ситом из бамбуковых прутьев, переплетенных шелковыми нитями, и давал стечь воде. Получившийся плотный тонкий слой укладывал между гладкими досками, осторожно вынимал, досушивал и проглаживал. Хороша была бумага Цай Луня — тонкая, ровная, чуть шероховатая. В официальной хронике династии Хань сообщается, что «Цай Лунь сделал бумагу из древесной коры, тряпок и рыболовных сетей, за что удостоился высочайшей похвалы». Произошло это событие в 105 году н. э.

К началу III века бумагу в Китае использовали повсеместно. Ее делали из размочаленных ветвей и коры бамбука, истолченной коры тутового дерева, луба и сучьев шелковицы, рисовой и пшеничной соломы, старой одежды, обрезков шелка. Из сандаловой коры получалась изысканная ароматная бумага. Миллионы листов бумаги расходовали ведомства и управления Китайской империи. Бумагой заклеивали окна. Из нее делали обои, ширмы, веера, фонарики, постельные принадлежности. Тогда же появилась и туалетная бумага. К IX веку в Китае были в ходу бумажные деньги, по-видимому, первые в истории человечества. Их называли «фей тянь», что значит «летающие монеты».

В 751 году начал работу бумажный цех в Самарканде, где бумагу делали не из растительного сырья, которого там не было, а исключительно из тряпок. Секрет изготовления бумаги в обмен на жизнь раскрыли китайцы, захваченные в плен армией халифа. В X веке собственное бумажное производство появилось в Египте. «На базаре в Каире все покупки, даже бутылки с маслом заворачивают в бумагу. Непозволительная роскошь!» — писал в начале XI века путешественник из Персии.

Только в XII веке бумага пришла в Европу. Около 1150 года ее начали производить по арабской технологии в Испании, в 1154-м — в Италии. Делали ее из хлопка, ветхой одежды, льняного тряпья, старых парусов и канатов. Сырье промывали в воде, замачивали в известковом молоке, обжимали, растирали в ступках, снова замачивали, перемалывали, пока смесь не становилась однородной. Чем лучше перетерты растительные волокна, тем прочнее они переплетаются между собой. Для более качественного измельчения сырья в Италии придумали толчею — большое корыто, в котором замоченное тряпье толкли деревянными пестами, окованными железом. Песты приводило в движение колесо водяной мельницы. Затем массу заливали водой для разрыхления, и черпальщик — главный работник бумажного цеха — опускал в чан прямоугольную форму-сито и быстро вынимал ее. Через сито вода стекала вниз, оставшаяся масса



МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

уплотнялась. Бумажные заготовки укладывали слоями между войлочными прокладками и клали под пресс. Войлок впитывал избыток жидкости. Влажные бумажные листки развешивали для просушки. Затем их разглаживали деревянными катками, для прочности пропитывали желатином или рыбьим клеем и опять сушили. Готовую бумагу полировали лоцилом из слоновой кости, разрезали и бережно упаковывали, чтобы не повредить края листов. Бумага получалась прочной, легкой, приятной на ощупь.

В 1670 году в Голландии изобрели ролл — размалывающий аппарат в виде ванны с вращающимся барабаном, на котором закрепляли острые ножи. В конце XVIII века, в эпоху Великой французской рево-

люции, Луи Роббер предложил механизированный отлив бумажной массы. Надчаном с сырьем натягивали медную сетку. На нее непрерывно подавалась жидкая смесь. После того как вода стекала и бумажное полотно обжимали суконные валики, оно наматывалось на третий — приемный валик. Такая машина с непрерывным автоматическим циклом — прообраз современных бумагоделательных машин — позволяла получать до 100 кг бумаги в день.

На Руси собственная бумага появилась в эпоху Ивана Грозного. Массовое производство началось в царствование Петра I. По его указу были учреждены сразу несколько бумажных предприятий под Москвой и Петербургом. На заграничную

бумагу увеличили пошлины. Канцеляриям предписывалось пользоваться только отечественной бумагой. В 1812 году Александр I открыл Образцовую казенную фабрику в Петергофе, для которой было закуплено новейшее европейское оборудование. Сырье для бумажных фабрик собирали в армии и на флоте — старые канаты, веревки, паруса, ветхую одежду. За небольшую плату скупали изношенные полотняные вещи, тряпье.

Бумаги требовалось все больше, ветоши катастрофически не хватало. В середине XIX века началась новая эпоха бумажной промышленности: бумагу стали делать из древесного сырья. Но это уже тема для следующей статьи.

М. Демина

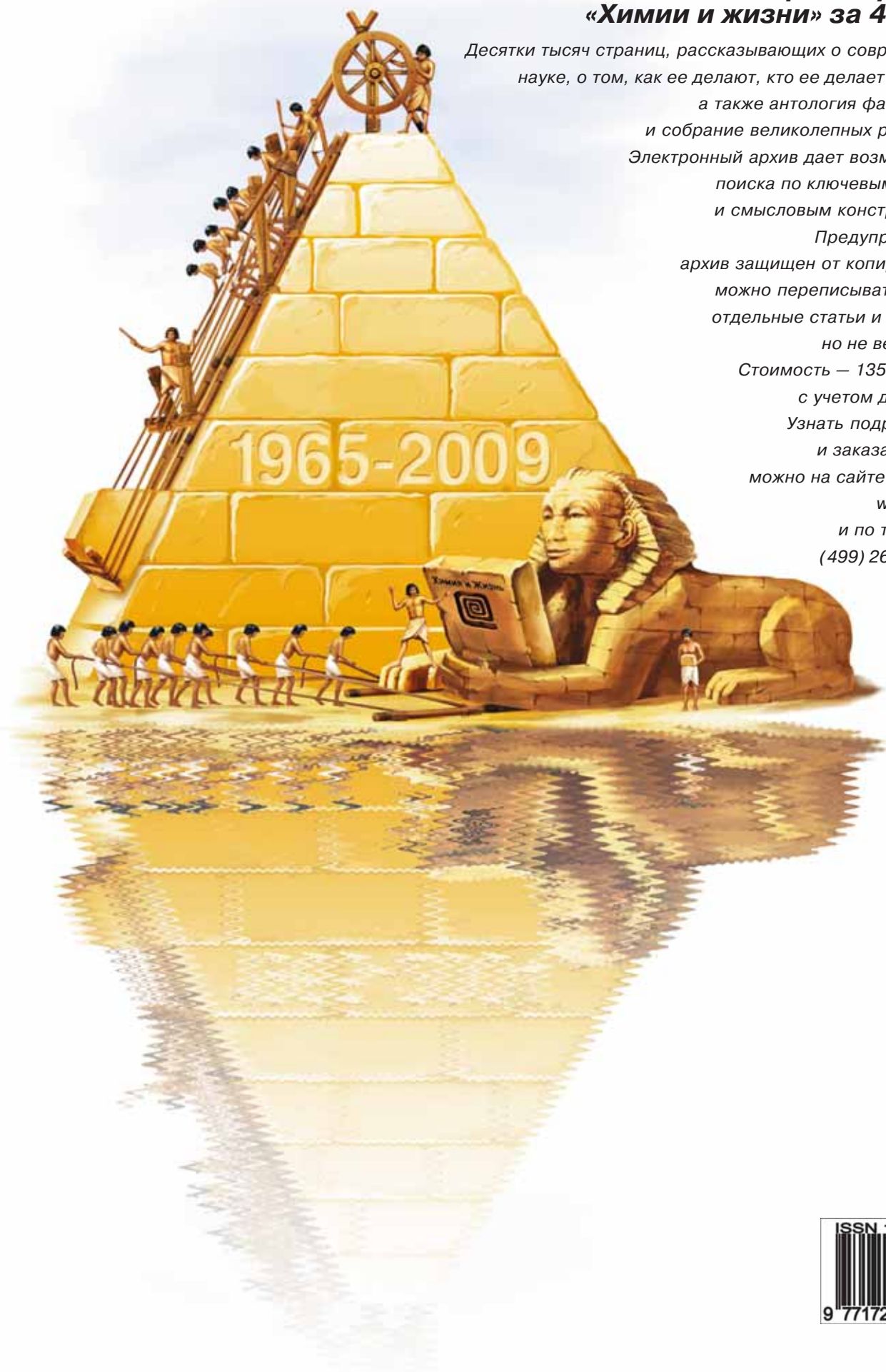
Новая версия архива «Химии и жизни» за 45 лет

Десятки тысяч страниц, рассказывающих о современной науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков. Электронный архив дает возможность поиска по ключевым словам и смысловым конструкциям.

Предупреждаем: архив защищен от копирования, можно переписывать только отдельные статьи и рисунки, но не весь диск.

Стоимость – 1350 рублей с учетом доставки.

Узнать подробности и заказать архив можно на сайте журнала www.hij.ru и по телефону (499) 267-54-18.



ISSN 1727-5903



9 771727 590006 >