

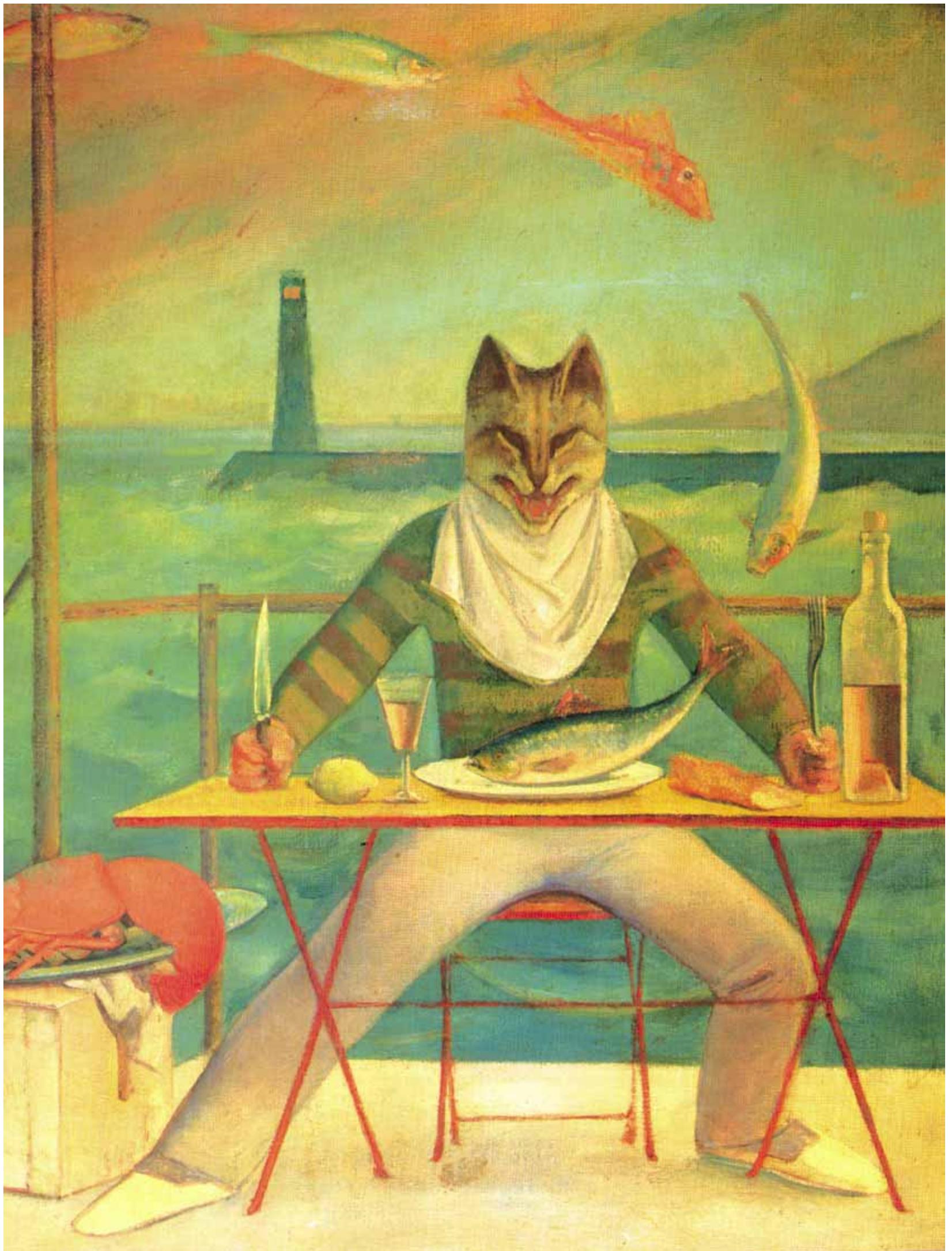


7

2010

ЖИЗНЬ И ВМЕСТЕ





## Химия и жизнь

Ежемесячный  
научно-популярный  
журнал



7  
2010

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 3.07.2010

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»

© Издательство  
научно-популярной  
литературы  
«Химия и жизнь»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —  
картина Балтуса. Море такое  
большое и так много там всего,  
что ресурс кажется бесконечным.  
О том, как люди отблагодарили море  
за щедрость, читайте в статье  
«Мексиканский разлив».

Только короли, редакторы  
и люди с глистами  
могут использовать  
местоимение «мы».

Правило Твайна.

# Содержание

## Роснаука

ЕЩЕ О ЗАЩИТЕ ОТ СТАРЕНИЯ .....	2
БРИТАНСКИЕ КОРНИ ПИТЕРСКИХ КОШЕК .....	2
ЖАСМОНОВАЯ КИСЛОТА И ТОМАТЫ .....	3

## Проблемы и методы науки

ПРИБОРЫ ДЛЯ ЧТЕНИЯ ДНК. В.В.Зубов .....	4
ЭКЗОПЛАНЕТЫ. Б.Е.Штерн .....	8

## Размышления

СЫРЬЕВАЯ ЛОВУШКА ИЛИ ФУНДАМЕНТ ДЛЯ ПРОЦВЕТЕНИЯ. В.С.Арутюнов .....	14
--	----

## Фотоинформация

МЕКСИКАНСКИЙ РАЗЛИВ. С.Анофелес .....	20
---------------------------------------	----

## Мифы нашего времени

ОСТОРОЖНО, ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ЛАМПОЧКИ!. Н.Коробов .....	22
---	----

## Дискуссия

ОДНА ИЗ ТРЕХ НОРМ. Е.Клещенко .....	28
-------------------------------------	----

## Книги

ГОМОСЕКСУАЛИЗМ В ЭВОЛЮЦИОННОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ. М.Л.Бутовская .....	34
--	----

## Вещи и вещества

ЧЕРНЫЙ ЖЕМЧУГ ДЛЯ НАНООЖЕРЕЛЬЯ. М.Ю.Корнилов .....	40
--	----

## Земля и ее обитатели

ТЕМНАЯ ЛИЧНОСТЬ. Н.Л.Резник .....	42
-----------------------------------	----

## Наша книжная полка

ЧЕМУ НАУЧАТ В ШКОЛЕ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ. Е.Стрельникова .....	45
---	----

## Страницы истории

ЛАБОРАТОРИЯ В КАРТИНКАХ. М.М.Левицкий Д.С.Перекалин. ....	48
---	----

## Что мы едим

КАПУСТА. Н.Ручкина .....	54
--------------------------	----

## Фантастика

ТРЕТИЙ. Владимир Яценко .....	56
-------------------------------	----

## Материалы нашего мира

БРОНЗОВЫЙ ВЕК ПРОДОЛЖАЕТСЯ! М.Демина .....	64
--	----

ИНФОРМАЦИЯ	13, 25, 33, 53, 61	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	26	ПИШУТ, ЧТО...	62
		ПЕРЕПИСКА	64



## ЕЩЕ О ЗАЩИТЕ ОТ СТАРЕНИЯ

Исследования запрограммированного старения организма развиваются так быстро и столь многообещающе, что буквально каждый месяц появляются новые данные принципиального значения. Новостями охотно делится с читателями журнала «Биохимия» (2009, т. 74, вып. 12, с. 1718–1721) академик В.Скулачев из Института физико-химической биологии им. А.Н. Белозерского МГУ им. М.В. Ломоносова.

В 2003–2007 гг. он опубликовал гипотетическую схему основных событий запрограммированного старения, которая постулировала ключевую роль в этом процессе активных форм кислорода (АФК), образуемых в митохондриях. Согласно этой схеме, сигналом на включение программы старения млекопитающих служит снижение с возрастом уровня мелатонина (или другого ювенильного гормона). Он образуется в эпифизе под контролем «больших биологических часов», локализованных, по-видимому, в супрахиазматическом ядре гипоталамуса и отвечающих за онтогенетическое развитие организма. Мелатонин – это не только антиоксидант, но еще и индуктор некоторых антиоксидантных ферментов (глутатионпероксидазы, обеих супероксиддисмутаз и т.д.). Понятно, что если снижается концентрации мелатонина в организме (с 5 до 70 лет – в семь раз!), то в клетках увеличивается содержание активных форм кислорода.

А дальше следует цепь разрушительных событий. Из-за возросших концентраций активных форм кислорода быстрее окисляется кардиолипид, в результате чего открывается пора во внутренней мембране митохондрии, митохондрия набухает, разрывает свою внешнюю мембрану, цитохром с выходит во внутреннее пространство клетки и запускается апоптоз – самоубийство клетки. Последствия ясны: количество клеток в органах и тканях уменьшается, снижаются их функциональные возможности и организм дряхлеет.

Эксперименты, проведенные в лаборатории В.П.Скулачева, уже давно подтвердили, что митохондриальные АФК действительно участвуют в старении. В лаборатории был создан теперь уже знаменитый искусственный антиоксидант SkQ (катионное производное антиоксиданта пластохинона). Он избирательно накапливается в митохондриях, предотвращает окисление кардиолипидов при окислительном стрессе, повышает продолжи-

тельность жизни разных организмов (от грибов до млекопитающих) и замедляет развитие около 30 типичных признаков старения и старческих болезней (см. «Химию и жизнь», 2007, № 5).

У этого антиоксиданта есть несколько важных особенностей. Во-первых, его эффективные концентрации очень малы. В опытах на клетках он работает при концентрациях  $10^{-12}$ – $10^{-9}$  М, при лечении старческих болезней глаз – одна капля  $2,5 \cdot 10^{-7}$  М раствора ежедневно, при терапии сердечной аритмии –  $1 \cdot 10^{-10}$  моль/кг в сутки, в опытах по продлению жизни организмов –  $(5 \cdot 10^{-10})$ – $(5 \cdot 10^{-9})$  моль/кг в сутки. Это удивительное обстоятельство связано с тем, что коэффициент усиления действия SkQ на пути из внешней среды во внутренний слой внутренней мембраны митохондрий может в принципе увеличиваться в 108 раз. Во-вторых, SkQ1 способен возвращаться из окисленной формы в исходную восстановленную (рабочую) форму, и это еще одна из причин его высокой эффективности. Итак, SkQ – искусственный антиоксидант многократного действия, адресованный во внутреннюю митохондриальную мембрану.

В 2008 г. появилось сообщение Б.Мосманна и сотрудников о естественном возобновляемом антиоксиданте, который находится в той же мембране. Им оказался метионин – единственная аминокислота, способная реагировать практически со всеми природными АФК, включая даже сравнительно инертный пероксид водорода. При этом активные формы кислорода обезвреживаются, а метионин превращается в стабильный и безобидный метионинсульфоксид (по сравнению с другой серосодержащей аминокислотой – цистеином, которая тоже реагирует с АФК, но образует при этом весьма агрессивный радикал). Кроме того, очень важно, что метионинсульфоксид способен регенерировать в исходный метионин, восстанавливаясь электронами дыхательной цепи.

Таким образом, метионин белков, кодируемых митохондриальной ДНК, окисляется полным аналогом SkQ1. Белки, о которых идет речь, встроены в мембрану как кирпичи в стену.

Совсем недавно антиоксидантная роль метиониновых остатков в белках была подтверждена С.Луо и Р.Левиным в опытах на кишечной палочке *E. coli*. Бактерии росли на среде со смесью аминокислот, в которой метионин был заменен на норлейцин. Поскольку система биосинтеза

белков *E. Coli* может использовать норлейцин вместо метионина, то со временем в среде роста накапливается все больше клеток с белками, в которых остатки норлейцина заменяют метионин. Когда величина подобных замен достигла 40%, клетки отмыли от свободного норлейцина и добавили метионин. В результате содержание свободного метионина и S-аденозилметионина в клетках *E. Coli* нормализовалось, а количество метионина в белках осталось сниженным. Как выяснилось, такие клетки оказались гораздо чувствительней, чем в норме, к токсическому действию пероксида водорода.

Итак, мы располагаем природным возобновляемым антиоксидантом метионином и искусственным. Что лучше для практического использования в терапии старения? «При всем сходстве в антиоксидантном действии белковых метионинов и SkQ1 между ними есть и существеннейшее отличие, — пишет В.П.Скулачев. — Без вмешательства в геном митохондрий мы не можем искусственно усилить метиониновую систему, увеличив содержание метионина в митохондриальных белках. В то же время не составляет труда варьировать силу воздействия SkQ1, просто меняя его количество, вводимое в организм пациента. Существенно также, что метионин – самая токсичная из аминокислот, избыток которой в диете оборачивается множеством патологических последствий для организма».

## БРИТАНСКИЕ КОРНИ ПИТЕРСКИХ КОШЕК

«Вам котенок не нужен?» – эти волшебные слова помогают виду *Felis catus* завоевывать новые территории. Многие представители вида гуляют сами по себе и расселяются самостоятельно. А поскольку генетика их полосок и пятен хорошо изучена, из частоты встречаемости кошачьих генов в различных городах и странах можно вывести историю расселения вида и родство между популяциями – точно так же, как это делается для человеческих народов.

Аллельные частоты по генам окраса меха домашних кошек описаны почти во всех развитых странах, а также в некоторых городах России (последнее – при уча-



стии замечательного ученого и автора «Химии и жизни» П.М.Бородина). Однако зоны контактов СНГ с Западной Европой и Центральной Азией изучены мало. Этим и занялись сотрудники Гомельского государственного университета имени Франциска Скорины («Доклады Академии наук», 2010, т. 431, № 6, с. 827—830).

Материал собрали в 13 крупных городах Белоруссии, России и Украины. Ученые исследовали частоты нескольких аллелей, которые дают окрас, длину и текстуру шерсти, отличные от «дикого типа» – коричнево-серого полосатого. Доминантный аллель **O** локуса Orange, расположенного в X-хромосоме, делает кота рыжим-полосатым. (Рыжие кошки попадают реже, потому что X-хромосом у них две, как и у человеческих женщин – зато они бывают черепаховыми, то есть трехцветными, а у котят это единичные случаи.) Также были исследованы аллель **a** в локусе Agouti (кошка с двумя такими генами имеет гладкую, а не полосатую окраску, если только она не рыжая), в локусе Dilute – **D**, который обеспечивает яркую окраску (шерсть черная и рыжая, а не серая с кремовым). В локусе Long hair подсчитывали частоту аллеля **I**, отвечающего за более длинную шерсть. Ген обозначен маленькой буквой – он рецессивный, то есть более «слабый», чем альтернативный вариант; вот потому-то дети пушистой кошки и бедного мехом кота удаются не в маму. В локусе Piebald spotting смотрели аллель **S** (белые пятна), в локусе White – **W** (сплошной белый окрас, а также глухота и голубые глаза), в локусе Tabby – аллель **t<sup>b</sup>** (редкий в России, но обычный в Западной Европе «мраморный» окрас – изогнутые полосы).

Наши кошки оказались довольно пушистыми и не слишком полосатыми: частоты **I** и **a** варьировали от 40 до 60%, частота **a** в некоторых популяциях достигала 80%. Не слишком различались параметры кремовости и пятнистости. Впрочем, вариаций оказалось достаточно, чтобы построить дендрограмму, представляющую родство между кошками разных городов.

Самый интересный результат получился с аллелем мраморного окраса **t<sup>b</sup>**. В Санкт-Петербурге его частота оказалась неожиданно высокой (44% против 0 в Москве и 14,7% в Смоленске). Объяснения долго искать не пришлось: популяция ленинградских кошек была уничтожена в 1941–1943 годы, в блокаду. «Ее восстановление происходило под серьезным влиянием кошек, завезенных в город на судах с военными или продовольственными поставками, в основном из английских портов», – говорится в статье. И вправду, в Питере чаще можно увидеть кошек этой красивой окраски – типичный пример «эффекта основателя».

Рыжие коты и кошки не уродились в южных городах: Ростове-на-Дону, Краснодаре, Баку, Армавире и Орджоникидзе (2–7% против обычных 14–30%). По линии, соединяющей Иран и Кавказ с югом СНГ и Центральной Европой, есть некий коридор нерыжести – видимо, он также свидетельствует о направлении вывоза и ввоза ценных животных. В целом кошачье племя разделилось на три кластера: западноевропейский, восточнославянский и греко-центральнославянский (куда попал и Ростов-на-Дону, и Афины). Очень сходными оказались кошки Москвы и Алма-Аты, но в чем причина этого сходства – авторы статьи не объясняют.

### ЖАСМОНОВАЯ КИСЛОТА И ТОМАТЫ

По-прежнему на Земле идет борьба за урожай, потому что вредители не собираются сдаваться, им тоже надо кушать. Например – галловые нематоды (*Meloidogyne spp.* Chitwood). Они поражают более 2000 видов культурных и диких растений, принадлежащих к различным семействам, в том числе томаты *Lycopersicon esculentum*. У заболевшего растения на корнях образуются наросты, оно медленнее растет, плохо развивается. Ущерб, причиняемый этими патогенами, исчисляется в сотнях тысяч долларов, а урожай сельскохозяйственных культур снижается на 60–80%, поэтому во всем мире их относят к числу самых опасных вредителей.

В нашей стране вред от галловых нематод особенно велик на овощных культурах, особенно – в теплицах. После того как запретили использовать химические препараты, сдерживающие распространение и вредоносность этих паразитов, появилась потребность в новых экологически безопасных методах защиты. Один из таких методов – активирование механизмов естественного иммунитета растений с помощью элиситоров и сигнальных молекул. Первые обостряют защитные реакции организма растения, вторые передают стрессовый сигнал от поврежденной клетки, активируя защитные гены. Кстати, первый биогенный элиситор появился в 1968 году. Сегодня их делают на основе бактериальных культур, хитозана и органических кислот, так что элиситоры уже применяют в сельскохозяйственной практике. А можно ли использовать для этой цели сигнальные молекулы?

Известно, что передача сигналов при травмах растения (например, нематода прокалывает клетку с помощью своего стилета) происходит при участии жасмоновой кислоты и других производных оксипинов. Исследователи из Института биохимии им. А.Н. Баха РАН, Центра паразитологии, Института проблем экологии и эво-

люции им. А.Н. Северцова РАН решили выяснить, повышает ли жасмоновая кислота устойчивость томатов к галловым нематодам. (Результаты исследований опубликованы в «Докладах Академии наук», 2009, т. 428, № 3, с. 420–422.)

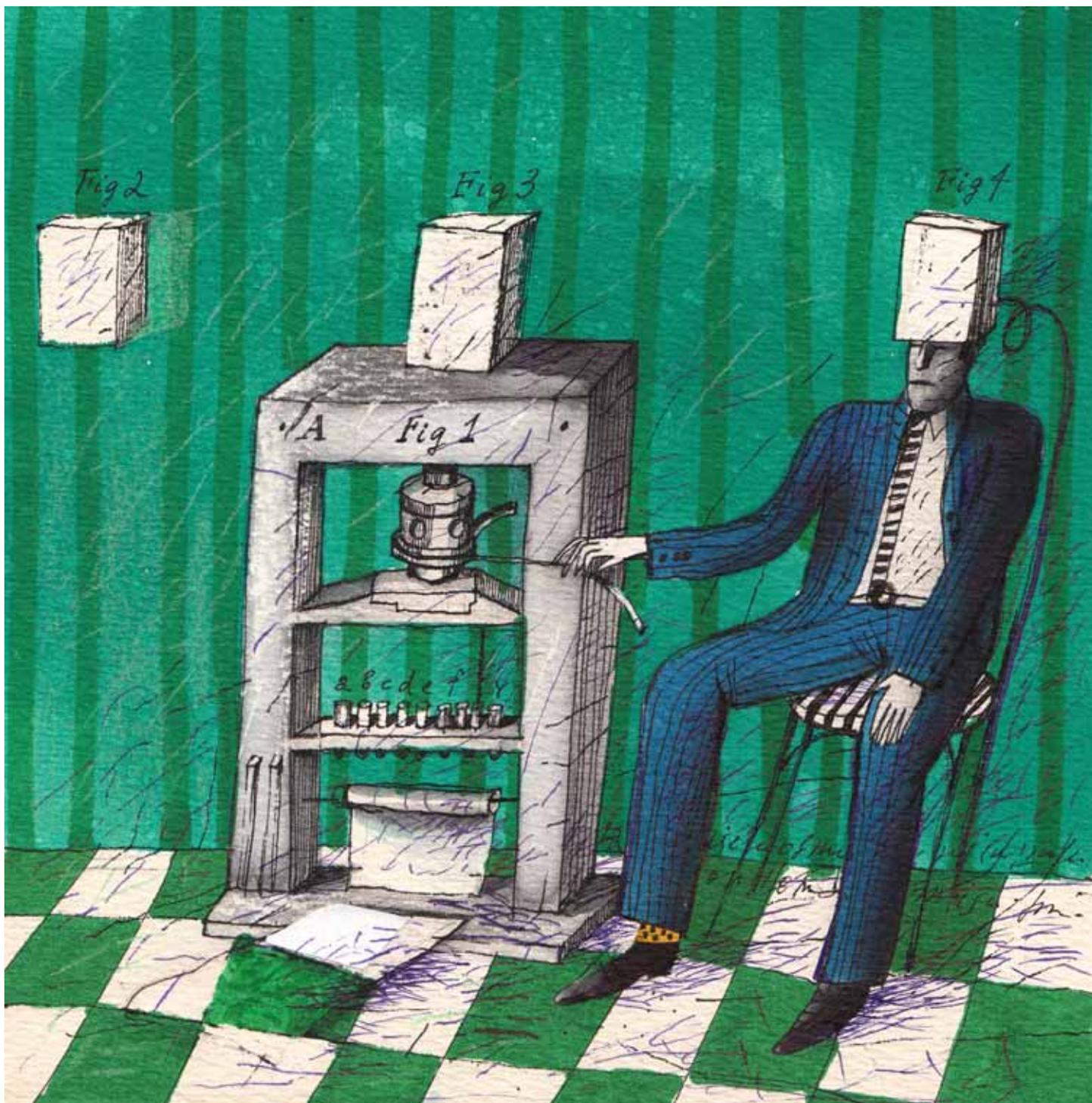
Объектом исследования служили томаты *Lycopersicon esculentum* (Mill) восприимчивого гибрида F1 Карлсон (индекс устойчивости к галловой нематоде 30%), а также галловая нематода *M. incognita* (Kofoid et White 1919), Chitwood 1949, раса 1. Семена томатов высадкой в грунт в течение двух часов выдерживали в водных растворах биогенных элиситоров: хитозана и арахидоновой кислоты, индивидуально или в сочетании с хитозаном и арахидоновой кислотой. Контрольные семена замачивали в дистиллированной воде. Растения томатов выращивали и заражали нематодой – по три тысячи личинок на растение. О том, сколь эффективным препаратом, судили по степени зараженности корней томатов через 40 дней после заражения, по количеству и размерам образовавшихся на корнях галлов и плодовитости самок (число яиц в отеке). А в качестве маркеров индуцированной устойчивости исследовали активность ферментов фенилаланинаммиаклиаза (ФАЛ) и липоксигеназы (ЛОГ).

Вот что показали эксперименты. Хитозан, арахидоновая и жасмоновая кислоты (по отдельности и в сочетании) стимулировали рост и развитие растений; и защищали от нематод: число галлов на корнях во всех вариантах было меньше контрольного. Причем использование жасмоновой кислоты в сочетании с одним из элиситоров оказалось более эффективным. Наиболее сильное защитное действие продемонстрировала комбинация «арахидоновая кислота + жасмоновая кислота»: число галлов на корнях томатов снизилось по сравнению с контролем более чем в два раза. Важно, что смесь жасмоновой кислоты с элиситорами резко снижала плодовитость нематод.

Что касается ферментов, то и здесь все хорошо. Оказалось, что жасмоновая кислота усиливает экспрессию генов ферментов ЛОГ, в результате защитный ответ растения на внедрение патогенов усиливается.

Исследователи сделали вывод, что жасмоновая кислота принимает участие в формировании устойчивости томатов к нематодам и способствует восстановлению тканей, поврежденных паразитами. Возможно, она станет компонентом новых безопасных средств защиты растений.

**Е.Котина, Л.Стрельникова**



Художник Е. Силина

# Приборы для чтения ДНК

Кандидат  
биологических наук  
**В.В.Зубов**  
ИТЭБ РАН

Что нужно было для определения нуклеотидной последовательности ДНК методом Сенгера в начале 90-х годов XX века? Сущие пустяки: один-два аспиранта или дипломника, пара идеально отполированных стекол длиной в полметра, между которыми заливали полиакриламидный гель, источник высокого напряжения для электрофореза, собственно ДНК в достаточном количестве, фермент полимераза, фирменные реагенты по списку, рентгеновская пленка размером со стекло, реактивы для ее проявления... По большому счету, кажется, все? Ах да, еще допуски для всего коллектива (радиоактивное излучение «меченых» нуклеотидов, хоть и мягкое, требует знания техники безопасности), ловкость рук и немного терпения. К концу недели, если все проходило удачно, вы получали десятки, а то и сотни новых «букв» ДНК.

Это было давно. А недавно «Химии и жизни» задали вопрос: если действие фантастического детектива происходит во второй половине XXI века, может ли в рядовом полицейском управлении стоять прибор для «чтения» ДНК? Запросто, ответили мы. Потом подумали и уточнили: смотря в какой стране.

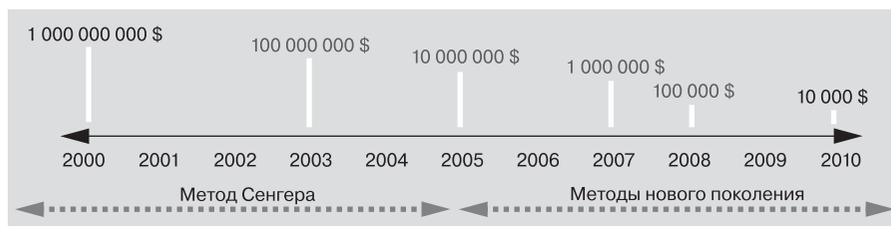
## Винчестер с геномом Уотсона

В 1990 году стоимость расшифровки нуклеотидной последовательности ДНК человека оценивалась в три миллиарда долларов. Именно столько в США планировали потратить на проект «Геном человека» — «по доллару за каждый нуклеотид», как сказал Эрик Ландер, основатель Центра геномных исследований института Уайтхеда и МТИ. Работа была рассчитана на 15 лет, но завершить ее удалось немного раньше — в начале 2003 года, когда была получена «обобщенная» последовательность, составленная из фрагментов геномов разных людей. По такому случаю Конгресс США даже принял резолюцию, согласно которой ранее малоизвестный Международный день ДНК, отмечаемый 25 апреля, был объявлен Национальным днем ДНК. В этот день в 1953 году в апрельском номере журнала «Nature» появилась небольшая статья двух авторов — американца Джеймса Уотсона и англичанина Фрэнсиса Крика.

Открытие ими двойной спирали ДНК стало точкой отсчета для всей современной биологии, а в 2007 году появилась еще одна важная веха — был расшифрован (просеквенирован) первый персональный геном человека, и человеком этим стал Джеймс Уотсон. Возможно, вручение винчестера с записью его собственного оцифрованного генома 31 мая 2007 года стало для Уотсона не менее радостным событием, чем получение Нобелевской премии в 1962 году.

Скорость развития технологий секвенирования можно сравнить разве что с прогрессом в области развития вычислительной техники, но сравнение будет далеко не в пользу электронщиков. Производительность компьютеров растет в соответствии с законом Мура, то есть каждые два года удваивается, тогда как производительность секвенаторов увеличивается за те же два года примерно в 10 раз, и такой темп роста сохраняется уже 10 лет. Одновременно с этим снижается стоимость секвенирования ДНК. В 2007 году можно было «оцифровать» ДНК человека за миллион долларов. В мае 2009 года компания «Illumina» начала принимать заказы на

**«Закон Мура» для геномного секвенирования: стоимость снижается на порядок каждые два года**



*Джеймс Уотсон получает из рук Джонатана Ротберга цифровую копию своего генома (2007)*

секвенирование индивидуальных геномов за 48 000 долларов, а с мая этого года — за 19 500, причем если секвенирование способно помочь лечению, то оно обойдется пациенту всего в 9500 долларов.

В начале XXI века продолжалось совершенствование электрофоретических (сенгеровских) секвенаторов, но к концу первой «пятилетки» их потенциал был практически исчерпан. Революционный прорыв наметился в 2005 году (см. «Химию и жизнь», 2006, № 1), когда в продаже появился первый секвенатор нового поколения — GS 20 («454 Life Science Inc.»). Именно он позволил в 2007 году преодолеть ценовой рубеж в миллион долларов. В начале того же года появился секвенатор GA1 («Illumina»), способный за один рабочий цикл считывать миллиард оснований ДНК, а примерно через год конкуренты («Applied Biosystems») выпустили прибор SOLiD 2.0, читающий за один заход до трех миллиардов оснований ДНК.

Если учесть, что гаплоидный (одинарный) набор хромосом человека содержит примерно три миллиарда пар оснований двунитовой ДНК, то можно считать, что в начале 2008 года появился первый прибор, способный за один рабочий цикл оцифровать целый геном человека. Правда, у каждого человека набор хромосом не одинарный, а двойной, да и точность чтения ДНК у высокопроизводительных секвенаторов не идеальна. Поэтому получить качественную генетическую информацию можно только благодаря многократному чтению нуклеотидных последовательностей,

то есть читать нужно не три миллиарда, а десятки миллиардов букв. Например, геном Джеймса Уотсона был прочитан семикратно. Сейчас хорошим тоном в научных кругах считается не менее чем тридцатикратное секвенирование геномов. Еще недавно это казалось непомерной роскошью, но производительность последних моделей секвенаторов измеряется уже не десятками, а сотнями миллиардов букв генетического кода, и похоже, что это далеко не предел.

## Гонки по спирали ДНК

Столь быстрый прогресс связан с ожесточенной борьбой за первенство между крупными корпорациями, каждая из которых уже на старте геномных гонок вложила более 100 миллионов долларов в приобретение фирм-разработчиков и в совершенствование технологий геномного секвенирования. Тройку лидеров образуют корпорации «Illumina», «Life Technologies» и «Roche». Первая из них включилась в геномные гонки в начале 2007 года, после того как поглотила компанию «Solexa», разработавшую самую производительную на сегодняшний день кластерную технологию секвенирования геномов. Практически не уступает ей по производительности лигазная технология секвенирования компании «Applied Biosystems», ставшей в прошлом году подразделением корпорации «Life Technologies». С некоторым отрывом за этими лидерами следует корпорация «Roche», которой принадлежит компания «454 Life Science Inc.».

Первопроходцем в разработке секвенаторов нового поколения стал Джонатан Ротберг — учредитель компании «454 Life Science Inc.», разработавшей самый первый прибор нового типа. До 2007 года он был и единственным, но теперь в различных типах приборов и разновидностях секвенирования легко запутаться даже специалисту, поэтому желательно их как-то классифицировать. Обычно выделяют два основных типа секвенаторов — NGS (Next Generation Sequencing) и NNGS (Next-Next Generation Sequencing), но лучше

<http://www.bio-itworld.com>



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

делить их на мультимолекулярные и мономолекулярные. Лучше потому, что к NNGS относят приборы, считывающие информацию с единичных молекул ДНК, и теоретически у них это должно получаться очень быстро и дешево. Практически же нынешние NNGS по многим показателям явно отстают от большинства мультимолекулярных (NGS) приборов, и относить их к «следующему за следующим» (Next-Next) поколению пока рановато. «Несенгеровских» технологий секвенирования сегодня очень много: полимеразные, лигазные, экзонуклеазные, циклические и нециклические, флуоресцентные и биолюминесцентные, полупроводниковые и нанопорные, гибридизационные и денатурационные и т. д. и т. п. Среди них попадаются вполне достойные претенденты на звание NNGS, а может быть, и NNNGS.

Сейчас на рынке представлено уже около десятка моделей NGS-секвенаторов. По производительности первое место пока удерживает HiSeq 2000 компании «Illumina» (200 миллиардов оснований за рабочий цикл). Он же лидирует и по стоимости (690 000 долларов), хотя правильнее было бы сказать — отстает, поскольку в условиях рыночной конкуренции лидируют самые дешевые приборы. В этом отношении наиболее интересен секвенатор Junior FLX корпорации «Roche» (125 000 долларов), который и по габаритам, и по внешнему виду похож на обычный лазерный принтер. Производительность у него сравнительно невысока — до 35 миллионов оснований, но рабочий цикл занимает примерно 10 часов, тогда как у конкурентов считывание генетической информации может продолжаться больше недели.

Борьба за первенство в геномных гонках не была бы столь напряженной, если бы на пятки лидерам не наступал «пелетон» разработчиков альтернативных технологий оцифровки генетической информации. К их числу относится, например, недавно вышедшая из гонок компания «Helicos». Ее мономолекулярный секвенатор Heliscop по некоторым параметрам даже превосходил конкурентов, но оказался слишком громоздким и стоил около миллиона долларов.

Большие надежды многие специалисты до сих пор возлагают на компанию «Pacific Bioscience», потратившую больше четверти миллиарда долларов на разработку самой скоростной на сегодня технологии мономолекулярного секвенирования ДНК. Правда, прибор получился малопродуктивным и далеко не дешевым (695 000 долларов). Начало продаж этого секвенатора намечено на конец текущего года.



Модельный ряд секвенаторов

Если ориентироваться только на стоимость прибора, то к лидерам геномных гонок мог бы примкнуть Polonator G.007 (170 000 долларов) компании «Danaher Motion — Dover». Массового распространения секвенаторы этой фирмы не получили не из-за каких-либо конструктивных недоработок, а из-за недостаточной эффективности используемого в них варианта лигазной технологии секвенирования.

### Персональный секвенатор

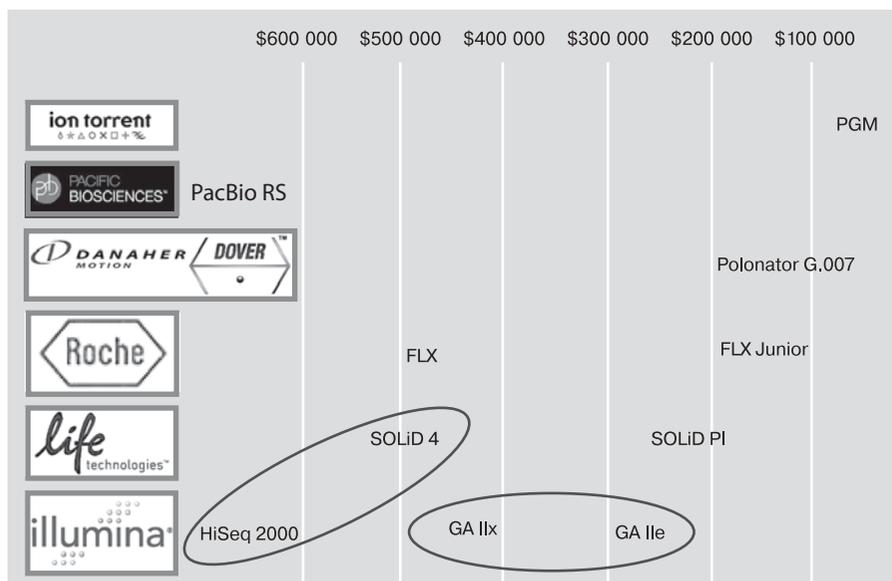
Всего в мире насчитывается уже около двух с половиной тысяч секвенаторов нового поколения (по данным на июль 2010 года). Из них более полутора тысяч произведены компанией «Illumina» и по несколько сотен приборов имеется на счету корпораций «Life Technologies» и «Roche».

Растущие как грибы крупные центры секвенирования ДНК заказывают самые последние модели секвенаторов десятками. Рекорд пока принадлежит Пекинскому геномному институту, заказавшему в начале этого года сразу 128 секвенаторов HiSeq 2000. Их суммарная производительность позволяет расшифровывать более 20 индивидуальных геномов в день, при условии, что эти геномы принадлежат людям. Последняя оговорка необходима, поскольку у некоторых животных и растений геномы намного крупнее, а отдельные виды амёб превосходят человека по этому показателю в 200 раз.

Основными «потребителями» массивов получаемой генетической информации до недавних пор были ученые, работающие в различных областях биологии и медицины. Например, в ходе выполнения проекта «Геном человека» первоочередной задачей было опреде-

### Производительность трех приборов, двух больших и одного маленького

		Число читаемых фрагментов	Длина (нуклеотиды)	Сколько нуклеотидов читает за один цикл
	HiSeq 2000	~ 1 000 000 000	2 x 100	200 млрд.
	SOLiD 4	~ 1 000 000 000	2 x 50	100 млрд.
	FLX Junior	90 000	400	35 млн.



Цены тоже соревнуются

ление количества и функций всех генов, которых по предварительным подсчетам ожидали найти не меньше 100 000. В действительности их оказалось немногим больше 20 000. Многих ученых интересовало, чем человек разумный отличается от своего ближайшего родственника — неразумной обезьяны. Секвенирование генома шимпанзе позволило определить все отличия, но ничего сенсационного или даже просто существенного не было обнаружено. Зато секвенирование ДНК неандертальцев показало, что избежать генетических контактов с ними удалось только африканцам (см. «Химию и жизнь», 2010, № 6).

Новые технологии секвенирования ДНК позволяют решать и менее глобальные, но более насущные задачи. К таким задачам относится, например, персонализация медицины (лекарства, назначаемые без учета индивидуальной восприимчивости пациентов, могут оказаться бесполезными, вредными, а иногда и смертельными). Обнаружение некоторых мутаций позволяет определить генетическую предрасположенность к различным заболеваниям и

**PGM (Personal Genome Machine) — дешевый и быстрый**



уменьшить риск их развития. Кроме того, при любых инфекционных заболеваниях — от хорошо знакомых всем ОРЗ и ОРВИ до более опасных и малоизученных, таких, как атипичная пневмония, птичий грипп, свиной грипп, или даже совсем неизвестных и неизученных — точный диагноз позволяет поставить секвенирование генома возбудителя. И если уж речь зашла о биобезопасности, то неплохо было бы при помощи секвенирования выяснить, из чего состоят и насколько безвредны некоторые магазинные продукты питания, а не изучать это методом проб и ошибок на собственном организме.

По мере удешевления геномного секвенирования все больший интерес к нему проявляют частные заказчики. Причины такого интереса могут быть самыми разнообразными. Многие хотят исследовать свои генетические корни. Не лишним может быть установление предрасположенности к различным заболеваниям, определение индивидуальной восприимчивости к лекарственным препаратам и т. п. А еще секвенирование индивидуальных геномов можно использовать в рекламных целях, но для этого обладатель генома должен быть достаточно знаменит. Например, сообщение компании «Illumina» о секвенировании генома актрисы Гленн Клоуз прошло почти незамеченным, а вот информация о намерении стареющей звезды тяжелого рока Оззи Осборна провести секвенирование собственного генома недавно облетела многие средства массовой информации. Доживший до 61 года Князь Тьмы решил разобраться в генетических причинах своего необычного для наркоманов и алкоголиков долголетия.

Прогресс в технологиях секвенирования геномов настолько динамичен, что строить более или менее достоверные



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

прогнозы можно только на самое ближайшее время. В начале ноября, например, в продажу должны поступить сравнительно дешевые (50 000 долларов) и быстродействующие секвенаторы PGM (Personal Genome Machine) компании «Ion Torrent». Кстати, учредитель и исполнительный директор этой компании — уже известный читателям «Химии и жизни» Джонатан Ротберг. По производительности PGM пока что смогут догнать и перегнать только «настольный принтер» корпорации «Roche» (75 миллионов оснований за час у PGM против 35 миллионов за 10 часов у Junior FLX), но через год или два начнут обходить и других конкурентов.

Остальные участники геномных гонок тоже не собираются топтаться на месте. Уже в следующем году производительность секвенаторов компаний «Illumina» и «Life Technologies» должна преодолеть рубеж в 500 миллиардов оснований ДНК за рабочий цикл, и это явно еще не предел.

Но вернемся к началу — к вопросу о возможности установки приборов для чтения ДНК в рядовом полицейском управлении. Это уже не фантастика, а одна из первоочередных задач судебно-медицинской экспертизы. Правда, придется еще немного подождать. И не год или два, а три или даже четыре года. В какой стране это будет? Прежде всего — в той, где День ДНК считается национальным праздником, а школьники своими руками собирают модели двойной спирали ДНК и не задают характерный для наших чиновников вопрос «а зачем это надо?».

Каковы прогнозы для России? Скорее всего, через два-три года страна понемногу оправится от последствий финансового кризиса, вызванного прошлогодним падением цен на нефть, и будет возобновлено финансирование некоторых научных разработок. Уверенно можно предсказать и то, что в начале 2014 года в Сочи состоятся зимние Олимпийские игры. А при чем здесь секвенирование геномов? Да ни при чем.



# Экзопланеты

Доктор  
физико-математических наук  
**Б.Е.Штерн**

**В**озможность существования миров вне Солнечной системы всегда интересовала людей. Если бы этого интереса не было, человеческий род не стоил бы ни гроша: что может быть естественней, чем попытки понять, уникален наш мир или нет, попытки представить или даже найти другие обитаемые миры.

О том, как найти планеты у других звезд (экзопланеты), думали еще в XIX веке, тогда же появились первые заявки на открытия, которые позднее не подтвердились. Было немало ошибочных заявок и в XX веке. Первое наблюдение экзопланеты, которое позже получило подтверждение, было сделано в 1988 году канадскими астрономами (звезда  $\gamma$  Цефея). Однако оно было на грани чувствительности метода, в открытие не верили. Наличие планеты у Цефея было окончательно доказано лишь в 2002 году, когда открытие экзопланет стало рутинным делом (рис. 1).

В 1992 году надежно зарегистрировали планетную систему у пульсара. Это гораздо легче, чем найти планету у нормальной звезды: пульсар испускает строго периодические всплески радиополучения. Если скорость пульсара по лучу зрения (по направлению к нам) изменилась, фаза импульсов начнет смещаться. При этом можно отлавливать изменения скорости в десятки сантиметров в секунду (а почему происходят изменения скорости, объяснено ниже). Далее, если планет несколько, эти перемещения остается разложить на сумму кеплеровских орбит. Однако это не нормальные планеты, а нечто странное, ибо пульсар — нейтронная звезда, образовавшаяся при взрыве сверхновой. Нормальная планетная система при взрыве разрушается. Эти планеты образовались вокруг нейтронной звезды уже после взрыва — из части выброшенного вещества. Так что они — нечто совершенно экзотическое, не имеющее никакого отношения к вопросу о мирах, пригодных для обитания.

Прорыв в поиске экзопланет произошел в 1995 году. Сначала расскажем о методе, с помощью которого был совершен прорыв и который по сей день остается наиболее распространенным. Как и в случае с «пульсарными» планетами, он основан на измерении скорости по лучу зрения.

## Звезда не стоит на месте

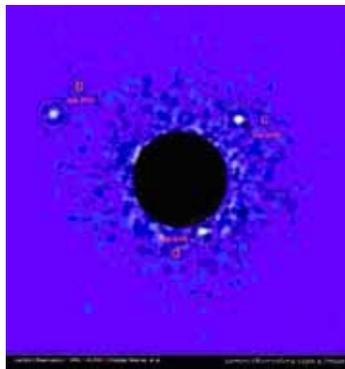
Планета и звезда вращаются вокруг общего центра тяжести. Солнце под влиянием всех планет описывает сложную траекторию, но главный элемент этой траектории — эллипс (почти круг) от тяготения Юпитера: скорость движения Солнца по этому кругу 12 м/с. Нельзя ли измерить эту скорость благодаря доплеровскому смещению спектра звезды: в случае Юпитера — на одну тридцатимиллионную длины волны? Проблема в том, что у обычной звезды нет точных частот, как у пульсара. Есть спектральные линии поглощения света в звездной атмосфере. Однако они довольно широкие. Звезда вращается, ее верхние слои и атмосфера в движении. Но главное — все атомы хаотически движутся со скоростями многие километры в секунду, поскольку атмосфера горячая. А надо почувствовать изменение средней скорости атмосферы звезды на метры в секунду. То есть вылавливать смещения спектра меньше, чем на одну тысячную ширины линий и одну стомиллионную длины волны.

Искать смещения спектра на одну стомиллионную «в лоб» — все равно что измерять микронные смещения рулеткой стометровой длины. Хитрость основана на том, что можно очень хорошо измерять искажения формы спектра, гораздо лучше, чем смещения. А чтобы смещения спектра искажали его форму, свет звезды пропускают через газ с сильно изрезанным спектром, например через пары иода. В спектрометр попадает суперпозиция спектров звезд

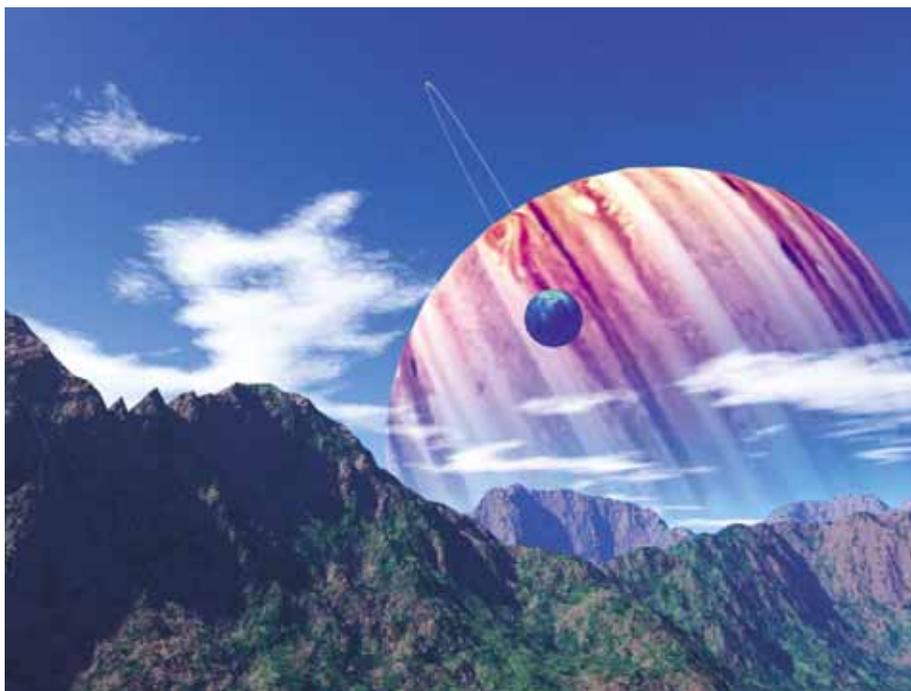
ды и иода. Первый гуляет туда-сюда, второй стоит на месте и не меняется: температура паров постоянна. Форма линии суперпозиции сильнее всего меняется там, где крутой склон линии звезды накладывается на крутой склон линии иода. Изрезанность обоих спектров гарантирует, что таких совпадений будет много и что небольшие смещения дадут измеримый эффект.

Двигается не только звезда, движется и наблюдатель, притом с гораздо большими ускорениями, поскольку сидит на более легком небесном теле. Из лучевой скорости звезды приходится вычитать движение Земли вокруг Солнца, возмущаемое Луной и всеми планетами Солнечной системы, а также суточное вращение Земли. Таким образом достигается точность около метра в секунду. Такова скорость человека, идущего прогулочным шагом. Напомним, это скорость бурлящей горячей звезды, измеренная с планеты, несущейся по сложной траектории с космической скоростью. Кстати, для этих измерений не нужны космические или даже рекордные наземные телескопы. К 1995 году достигнутая точность измерения лучевой скорости звезд была существенно ниже — 10—15 м/с. Этого было недостаточно, чтобы уверенно рассчитывать на быстрый успех: как уже говорилось, скорость движения Солнца вокруг общего центра тяжести с Юпитером — 12 м/с. Но действительность преподнесла подарок.

К 1995 году в поиске экзопланет лидировали две конкурирующие группы: Мишель Майор и Дидье Келос в университете Женева и Джеф Марси и Пол Батлер в университете Беркли. К осени



*1 Система звезды HR8799 с тремя планетами, непосредственно наблюдаемыми в телескоп Кек в инфракрасном диапазоне. Расстояние от звезды до ближайшей планеты — примерно такое же, как от Солнца до Урана, до второй — как до Нептуна, третья, по нашим масштабам, находится за Плутоном. Кек I и Кек II — два десятиметровых телескопа на горе Мауна-Кеа (Гавайи, США), названные по имени Ховарда Кека, оплатившего строительство*



www.scifiartposters.com/Tau1Gruis.htm



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

**Фантазия художника:**  
спутник планеты-гиганта, находящейся  
в обитаемой зоне.

1995 года обе группы вели систематический поиск, причем, по словам Марси, их точность была лучше: именно они придумали ячейку с парами иода. Швейцарцы, впрочем, использовали похожую методику и 6 октября увидели периодические колебания лучевой скорости звезды 51 Пегаса, причем с огромной амплитудой — 60 м/с и очень коротким периодом — 4,2 дня (рис. 2). Такого никто не ожидал! Джеф Марси утверждает, что их группе не повезло: в каталоге, которым они пользовались, 51 Пегаса ошибочно значилась как вспыхивающая звезда, и они исключили ее из списка целей. Вероятно, это был действительно предмет везения, поскольку уже через две недели Марси и Батлер подтвердили открытие, причем с лучшей точностью.

Но общественность поверила в открытие далеко не сразу. Уж очень неожиданным был результат. Он означал, что вокруг звезды, похожей на Солнце,

в 20 раз ближе, чем Земля к Солнцу, вращается огромная планета, сравнимая по массе с Юпитером. Откуда там взяться Юпитеру? Ведь звезда на таком расстоянии от себя испаряет всю протопланетную пыль, там ничего не может образоваться! Многие выдвинули предположение, что это — «дыхание» звезды, она сжимается и расширяется с периодом 4,2 дня. Споры были жаркими, но продолжались недолго: появились новые данные и пришла уверенность, что колебания лучевой скорости вызваны именно планетами. По словам того же Марси, когда видишь синусоиду — всегда остаются какие-то сомнения, может, действительно звезда дышит. Но когда они обнаружили асимметричную кривую, которая прекрасно объяснялась движением по сильно вытянутой орбите, сомнения отпали (рис. 3).

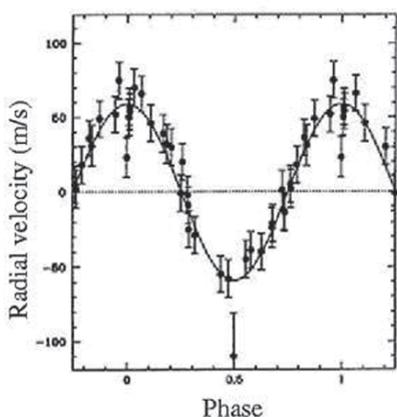
Большие планеты на маленьких орбитах весьма распространены, среди открытых экзопланет они составляют не менее четверти. Их прозвали «горячими юпитерами» за высокую равновесную температуру. Однако их легче всего находить, поэтому реальная доля горячих юпитеров должна быть значительно меньше; по оценкам, они есть у

1–1,5% звезд, подобных Солнцу. Еще один неожиданный факт — много планет с сильно вытянутыми орбитами. Это тоже плохо согласуется как с тем, что мы видим у себя (все орбиты близки к круговым), так и с бытовавшими представлениями об образовании планетных систем.

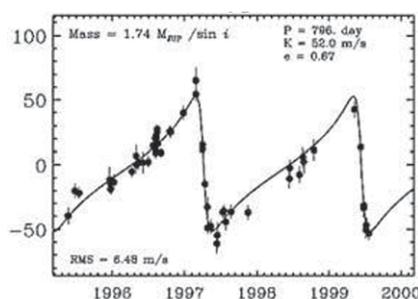
## Другие методы

Следующий по урожайности метод называется «транзитная фотометрия». Орбиты некоторых планет могут проходить через диск звезды, если смотреть с Земли. При этом яркость звезды чуть-чуть падает, что вполне поддается измерению. Недостаток метода в том, что вероятность проекции орбиты на звезду мала — тем меньше, чем больше орбита. Зато чувствительность метода выше: прохождение Земли по диску Солнца может быть уверенно зафиксировано с расстояния в десятки парсек. Кроме того, измеряется размер планеты, можно установить наличие колец и крупных спутников, даже получить спектральные линии атмосферы планеты. Сейчас по транзитам найдено 98 планет. Есть два специализированных спутника для поиска транзитов. Европейский COROT (зеркало 30 см, запущен 27 декабря 2006 года), американский «Кеплер» (зеркало 95 см, запущен 7 марта 2009 года). Стратегия поиска — смотреть в одну область неба, наблюдая порядка 100 тысяч звезд одновременно. К настоящему моменту COROT нашел 10 экзопланет, Кеплер — 5. По прикидкам, Кеплер должен обнаружить десятки планет земного типа, но для этого требуется время.

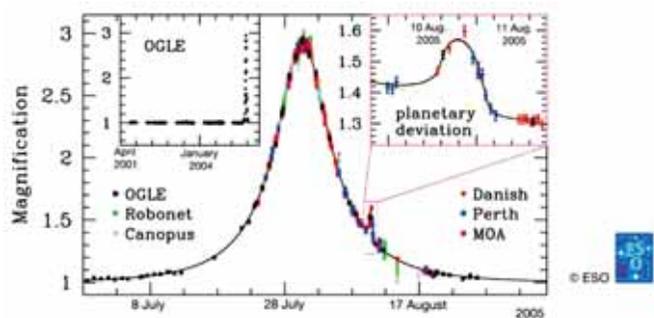
Более экзотический метод — гравитационное микролинзирование. Это хорошо известный эффект, используемый для поиска объектов, невидимых в телескоп. Когда тяготеющее тело и более далекая звезда оказываются на одном луче зрения, наблюдаемая яркость этой звезды многократно возрастает. Линзой может быть и обыкновенная звезда. Поскольку все звезды движутся, возрастание блеска длится относительно недолго, например несколько недель. Если у звезды-линзы нет планет, кривая



2  
Кривая изменения лучевой скорости 51 Пегаса (Майор и Келос, 1995). Вот так планета, вращающаяся вокруг звезды, «дергает» ее



3  
Кривая лучевой скорости звезды 16 Лебеда, снятая Марси и Батлером. Асимметричная форма объясняется сильно вытянутой орбитой планеты



4  
Яркость при микролинзировании  
(пояснения в тексте)

блеска линзируемой звезды опишет симметричный пик. Если же у нее есть планеты, линза искажается, причем так, что появляются небольшие области дополнительного усиления, каустики. Когда далекая звезда проходит очень близко к каустике планеты, на склоне пика появляется дополнительный острый пик. Потом звезды расходятся, и событие не повторяется: следить за звездой в надежде увидеть новое событие микролинзирования бесполезно из-за ничтожной вероятности. Это недостаток метода. Но есть и достоинства. Во-первых, микролинзирование позволяет найти достаточно далекие от звезды и сравнительно небольшие планеты, которые не отлавливаются другими методами. Во-вторых, все вероятности хорошо считаются. Если проводить систематический обзор неба на предмет микролинзирования, то известно, какова вероятность найти планету данного типа. Поэтому по небольшому числу найденных планет можно вычислить распространенность. Методом микролинзирования найдено около 10 планет, причем они попадают в область, не покрываемую другими методами. В частности, найдена планета порядка пяти земных масс, находящаяся по отношению к своей звезде где-то между нашими Марсом и Юпитером.

На рис. 4 показано событие микролинзирования, которое привело к открытию суперземли OGLE-2005-BLG-390Lb (5,5 земной массы). Родительская звезда — красный карлик, находящийся близко к центру нашей Галактики (около 20 000 световых лет от нас). Размер орбиты — около 2,5 астрономической единицы. Температура на поверхности планеты весьма низкая — минус 220°C. Никаким другим методом наблюдать подобную экзопланету невозможно. Это открытие было сделано в 2005 году. Разными цветами показаны точки, снятые разными телескопами.

Есть и еще методы, менее урожайные, но имеющие свои преимущества. Прежде всего это прямое наблюдение планет, когда свет звезды блокируется с помощью коронографа. Легче увидеть

планету в инфракрасном диапазоне — именно в нем найдены две планетные системы. И еще одна планета найдена в видимом свете — у довольно яркой звезды Фомальгаут. Причем по двум снимкам, сделанным в разное время, видно, как планета сместилась, двигаясь по орбите. Преимущество метода — он позволяет увидеть планеты, далекие от звезды, которые практически невозможно обнаружить спектрометрическим методом и крайне маловероятно засечь по транзиту. Хотя, конечно, увидеть таким образом можно только планеты-гиганты (см. рис. на с. 9).

## Подведем итоги

Обзор ситуации с поиском внесолнечных планет «Химия и жизнь» не так давно публиковала (2008, № 7). На начало марта 2010 года улов составляет 429 планет у 362 звезд. В 45 системах найдено не менее двух планет (рекорд — пять). Бросается в глаза огромное разнообразие и несоответствие былым представлениям о планетных системах. Большинство найденных планетных систем не только не похожи на Солнечную, но и вряд ли пригодны для жизни. Если в системе есть горячий Юпитер, значит, шансы на наличие планет земной группы невелики. Дело в том, что гигантская планета не могла появиться на тесной орбите — она могла лишь мигрировать туда из более холодных областей, порушив все на своем пути. Если имеется гигантская планета с сильно вытянутой орбитой, то орбиты остальных планет, сравнимые по размеру, будут нестабильными. Таких орбит довольно много: например, если орбита порядка земной или больше, то порядка половины из них имеют эксцентриситет больше 0,3.

Конечно, против систем типа Солнечной работает эффект наблюдательной селекции. Наша система в подобных наблюдениях была бы представлена одним Юпитером, причем обнаружить его было бы сложнее, чем большинство других уже найденных планет-гигантов с низкими орбитами.

Есть ли среди найденных систем подобные той, как выглядела бы наша? Есть, но всего несколько из 362. На самом деле с поправкой на наблюдатель-

ную селекцию их доля должна быть выше. У них вполне могут быть планеты земного типа на соответствующих орбитах. Обнаружены ли планеты со стабильными орбитами типа земной? Есть несколько штук, но это планеты-гиганты (до обнаружения аналога Земли дело еще не дошло). Однако если у этих гигантов имеются спутники, подобные спутникам Юпитера, на них возможна жизнь. Кроме газовых гигантов типа Юпитера найдено немало меньших по массе «ледяных гигантов» типа Нептуна. Наконец, есть несколько планет, названных «суперземлями», — они всего в несколько раз превосходят Землю по массе и, судя по всему, имеют сходный состав. Одна из этих суперземель вращается вокруг красного карлика в зоне, пригодной для жизни. Это Gliese 581 d (в системе есть еще четыре планеты). То, что звезда — красный карлик, несколько не вредит жизни; наоборот, она будет светить гораздо дольше, чем Солнце.

Большая часть звезд, у которых обнаружены планеты, близка по светимости к Солнцу. Если звезда гораздо ярче, она испаряет пыль далеко вокруг себя, а пыль — строительный материал для планет. У более тусклых звезд планет обнаружено не так много. Возможно, на самом деле планет у красных карликов не меньше, но эти планеты труднее обнаруживаются из-за малого размера.

## Не белые ли мы вороны?

Чтобы попытаться осмыслить ситуацию и понять, редка или типична Солнечная система, имеющихся данных недостаточно. Данные как будто бы говорят, что Солнечная система нетипична, но напомним, что есть эффект наблюдательной селекции. Надо еще осмыслить, как и почему образуются такие системы, какие мы наблюдаем, откуда берутся горячие юпитеры и вытянутые орбиты, при каких условиях можно ожидать, что образуется аналог Солнечной системы, а в каких — нечто совершенно непригодное для обитания.

Обнаруженные планетные системы не похожи на Солнечную, и в большинстве случаев они не подходят для жизни: аналога Земли со стабильной орбитой в них быть не может. Такие планетные системы легче обнаруживаются, чем копия нашей. Вопрос: насколько «уродливость» обнаруженных систем проистекает из наблюдательной селекции и насколько это — грустная правда космической жизни?

Несмотря на то что систем с горячими юпитерами обнаружено много, они не столь уж типичны. Гиганты с орбитальным периодом в несколько дней при современных методах обнаруживаются наверняка с расстояний до пары

сотен световых лет. И если у звезды не найдено горячего юпитера, значит, его там действительно нет. Оказывается, гиганты с периодом обращения в несколько дней есть только у 1—1,5% звезд, близких к Солнцу по светимости. Гиганты на орбитах, сравнимых с орбитами Меркурия или Венеры, обнаруживаются тоже достаточно легко: такие системы есть у 3—4,5% звезд. В этих системах жизнь весьма проблематична. Но в случае подавляющего большинства звезд остается полный простор для фантазии. А нельзя ли как-то ограничить этот простор с помощью теории?

Существовавшие ранее взгляды на образование планетных систем сложились под сильным влиянием единственного известного экземпляра. В теории образования Солнечной системы все логично: газово-пылевой протопланетный диск (рис. 5) становится все более плоским и структурированным, наподобие колец Сатурна. Все двигалось по круговым орбитам. Ближе к Солнцу — только пыль, подалее — пыль, частицы льда и газ. За счет слипания частиц образуются глыбы, из них — зародыши планет (рис. 6, 7). Тяготение крупных зародышей становится заметным, и темп роста ускоряется. Поближе к звезде, где газа мало, образуются планеты земной группы, подалее — твердые зародыши с массой в десятках земных стягивают на себя газ, вырастая в планеты-гиганты. Вдали от звезды, где газа чуть поменьше, образуются ледяные гиганты (Уран и Нептун). Процесс протекает не менее 10 миллионов лет, в результате образуется хорошо сбалансированная устойчивая система. Это, конечно, сильно упрощенная картина.

## Пересмотр

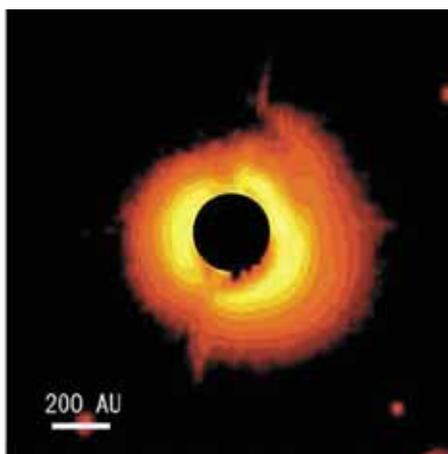
Теперь известных систем много, и они в эту картину не вписываются. Во-первых, горячие юпитеры. Там, где их находят, они образоваться не могли — звезда выметает весь строительный материал из этих областей. Их открытие стимулировало теорию: было понято, что планеты мигрируют. Образовавшись, планета выедает в диске кольцевую щель. Однако она взаимодействует с веществом диска за пределами щели, и если диск достаточно массивный, то орбита планеты начинает меняться. Как правило, она уменьшается, но иногда может и увеличиваться. Орбита меняется до тех пор, пока планета не мигрирует за пределы диска, например в ближайшую окрестность звезды, где все вещество выметено ее излучением и ветром. Там она и остается.

Второй радикальный переворот в представлениях пришел с пониманием того, что протопланетный диск вовсе не

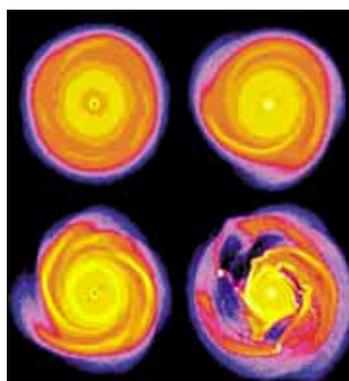
обязательно должен быть столь же идеален, как кольца Сатурна. Он может быть кривым (это наблюдают), он может быть неоднородным по азимутальному углу и даже иметь спиральные рукава,



5  
*Это не клякса, а протопланетный диск на фоне туманности Ориона. Снимок космического телескопа «Хаббл»*



6  
*Протопланетный диск со спиральным рукавом и двумя бананоподобными образованиями вокруг звезды HD 142527. (сама звезда скрытана за черным кружком; из работы Fukagawa, M., Tamura, M., Itoh, Y., Kudo, T., Imaeda, Y., et al. 2006, Astrophysical Journal, 636, L153)*

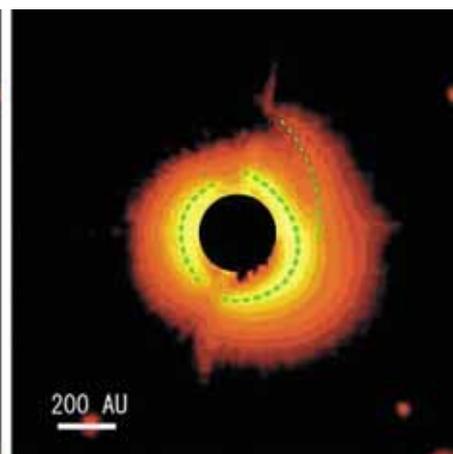


подобные галактическим. Алан Босс (Институт Карнеги, США) в 1997 году с помощью численного моделирования выявил образование спиральных рукавов в протопланетном диске и их уплотнение до той стадии, когда должна начаться гравитационная неустойчивость — прямой и быстрый коллапс больших облаков газа в планеты-гиганты без всяких твердых зародышей. Впоследствии численное моделирование provedo с лучшим разрешением, что позволило



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

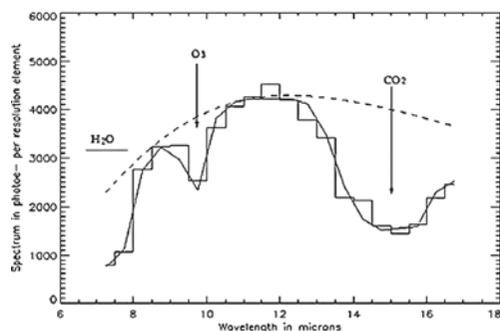
проследить процесс дальше. Представление о нем дает рис. 7, где показана эволюция диска за очень короткий промежуток времени — буквально за несколько орбитальных периодов. Видно



также, что скорость процесса очень сильно зависит от плотности диска: изменение на 10% радикально меняет картину. Итак, неустойчивость развивается мгновенно по астрономическим масштабам, и планеты-гиганты рождаются сразу многочисленными выводками, как видно из нижней правой картинке.

7  
*Результаты численного моделирования гравитационной неустойчивости в протопланетном диске. Размер диска — 20 астрономических единиц. В начале диск имеет осевую симметрию. Верхняя пара — результат для диска плотностью на 10% меньше, чем для нижней пары. Левые картинки — распределение плотности (показано цветом) через 160 лет, правые — через 350 лет. Из работы Lucio Mayer, Thomas Quinn, James Wadsley, Joachim Stadel, Science 2002, v. 298.v*

Рождением сразу многих гигантов дело не заканчивается — начинается взаимный «бильярд» за счет гравитационного взаимодействия планет. Они обмениваются импульсом, часть вырывается в открытый космос, пополняя множество свободно летающих планет, часть попадает на довольно близкие орбиты со сравнительно большим эксцентриситетом, каковые в основном и наблюдаются. В таком сценарии опять нет места жизни: земля, скорее всего,



8  
*Инфракрасный спектр планеты, идентичной Земле, каким его мог бы зарегистрировать космический комплекс «Дарвин»*

будет выброшена со своей орбиты. А в каком сценарии место для жизни есть?

Для выживания планет земного типа на нужных орбитах плотность протопланетного диска должна быть не слишком велика — меньше, чем требуется для массового рождения планет-гигантов и процесса миграции к звезде. Но слишком малая плотность тоже не подходит. Дело не только в том, что должны образоваться планеты земного типа. Чтобы жизнь в системе могла существовать, отсутствия юпитера в ненужном месте мало — требуется также его присутствие в нужном месте, то есть на достаточно высокой орбите. Массивная планета в системе играет роль мусорщика, очищая внутренние области от «строительного мусора», оставшегося после формирования планет. Сейчас почти весь наш мусор — за орбитой Плутона в облаке Оорта. Без Юпитера интенсивность бомбардировки Земли кометами и астероидами была бы многократно выше.

Астрономы любят порассуждать о внеземной жизни (перечень некоторых таких рассуждений мы публиковали — см. «Химию и жизнь», 2009, № 9). Пригодные для жизни планетные системы возникают в каком-то диапазоне плотности протопланетного диска, когда планеты-гиганты образуются через формирование твердых зародышей в небольшом количестве. Насколько этот диапазон узок, пока сказать нельзя. Но, исходя из наблюдаемого избытка планетных систем, можно ожидать, что ближайшая Земля находится не на другом конце галактики, а в пределах одной-двух сотен световых лет. Казалось бы, какая разница? И в том и в другом случае она будет за пределами видимости и тем более досягаемости...

## Увидеть другую Землю?

Аналог Земли на достаточно большом расстоянии может быть обнаружен методом транзитов. При этом можно примерно оценить ее размер — и все. Можно получить гораздо больше информации, однако на это уйдет гораздо больше средств. На это были направлены два проекта — европейский «Дарвин» и американский TPF (Terrestrial planet finder). «Дарвин» был закрыт в 2007 году, почти не начавшись, TPF — прак-

тически еще не начат. А что мы могли бы узнать о двойнике Земли с расстояния около 30 световых лет, если бы «Дарвин» был реализован?

«Дарвин» задумывался как космический интерферометр из нескольких инфракрасных телескопов, аналогичных уже запущенному «Гершелю». Проект основан на методе интерферометрического зануления света звезды. Если несколько таких телескопов, расположенных в десятках метров друг от друга, могут управляться с микронной точностью с помощью микродвигателей, можно добиться того, что свет от выбранной звезды будет почти полностью занулен, а свет планет, обращающихся вокруг нее, — нет. Самое важное — то, что при этом можно снять спектр планеты в инфракрасном диапазоне, и этот спектр расскажет о многом. На рис. 8 — расчетный спектр Земли, как если бы он был снят «Дарвином» с расстояния 10 парсек за 100 часов. Прекрасно видны молекулярные полосы поглощения CO<sub>2</sub>, воды и, главное, озона. Такое количество озона (а значит, кислорода вообще) может быть, только если на планете есть жизнь. Дело в том, что кислород — очень активный элемент, он должен быть химически связан. Небольшое количество кислорода могут давать космические лучи, разбивая молекулы CO<sub>2</sub> или воды. Но обилие кислорода в атмосфере однозначно говорит о том, что на планете идет мощный и неравновесный процесс. Нам известен только один такой процесс — жизнь.

## Почти научная фантастика

Очень хотелось бы дожить до открытия внеземной жизни, но, судя по темпам развития проектов, надежды на это не много. Допустим, наши потомки найдут планеты с линиями поглощения молекул кислорода. Что дальше? В принципе эти планеты можно рассмотреть получше, затратив еще гораздо большие средства:

существует концепция массива космических телескопов, способного дать снимок земли с расстояния 30 световых лет с разрешением 25 x 25 пикселей.

А можно ли послать туда зонд? «Болванку», которая прибудет в тот район через миллион лет, — нет проблем. Но в принципе возможен и зонд, который долетит за исторический масштаб времени — тысячи лет и сможет передать на Землю информацию (если здесь еще останется тот, кто способен ее принять). Здесь очень много трудностей, но не принципиальных научных, а технологических, в принципе решаемых при больших затратах. Главная проблема в другом: человек — не такой биологический вид, у которого имеется естественная мотивация прилагать усилия ради далеких поколений. По крайней мере, современный человек.

Существовали ли вообще в истории проекты, рассчитанные на поколения вперед? Утопические теории при этом рассматривать не стоит — только практические, связанные с серьезной затратой усилий и средств. Хотя вот шведское адмиралтейство посадило на острове Висингсё в озере Веттерн дубовый лес. И на протяжении десятилетий нижние ветви у дубков обрубали, чтобы к 2000 году вырос стройный корабельный дубовый лес для шведского флота. И такой лес действительно вырос — сейчас туда валом едут туристы, вполне окупая затраты трехвековой давности. Это вселяет некоторую надежду.

Главный смысл многих масштабных проектов, если смотреть с большого расстояния, часто отличается от декларируемого. Допустим, ценой усилий группы государств, сравнимых с усилиями египтян по строительству пирамид, запущены несколько зондов к перспективным экзопланетам. Ядерные установки, плазменные двигатели, большие антенны и т. п. Основные данные ожидаются через тысячи лет, а каждый год приходят на Землю текущие рабочие данные. Заключается ли основной смысл проекта в тех долгожданных данных от экзопланет?

А может быть, главный смысл — в том, что, как подсказывает чутье, все это сильно повысит шансы на существование людей, способных принять и осмыслить отправленные зондами данные?

*Более подробная статья Б.Е.Штерна, посвященная экзопланетам, публиковалась в двух номерах газеты «Троицкий вариант» (2010, № 49, 51).*





ЗАО «Катакон»  
Институт физики полупроводников СО РАН  
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН

# СОРБОМЕТР™

## АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

### Характеристики

- Диапазон измерения удельной поверхности: 0,1-1000 м<sup>2</sup>/г
- Погрешность измерений: 6% во всем диапазоне
- Полная автоматизация циклов адсорбция-десорбция
- Автоматическая калибровка
- Станция подготовки образцов к измерению

### Прибор **СОРБОМЕТР** обеспечивает

- Измерение удельной поверхности одноточечным методом БЭТ



СОРБОМЕТР

СОРБОМЕТР-М



### Прибор **СОРБОМЕТР-М** обеспечивает

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

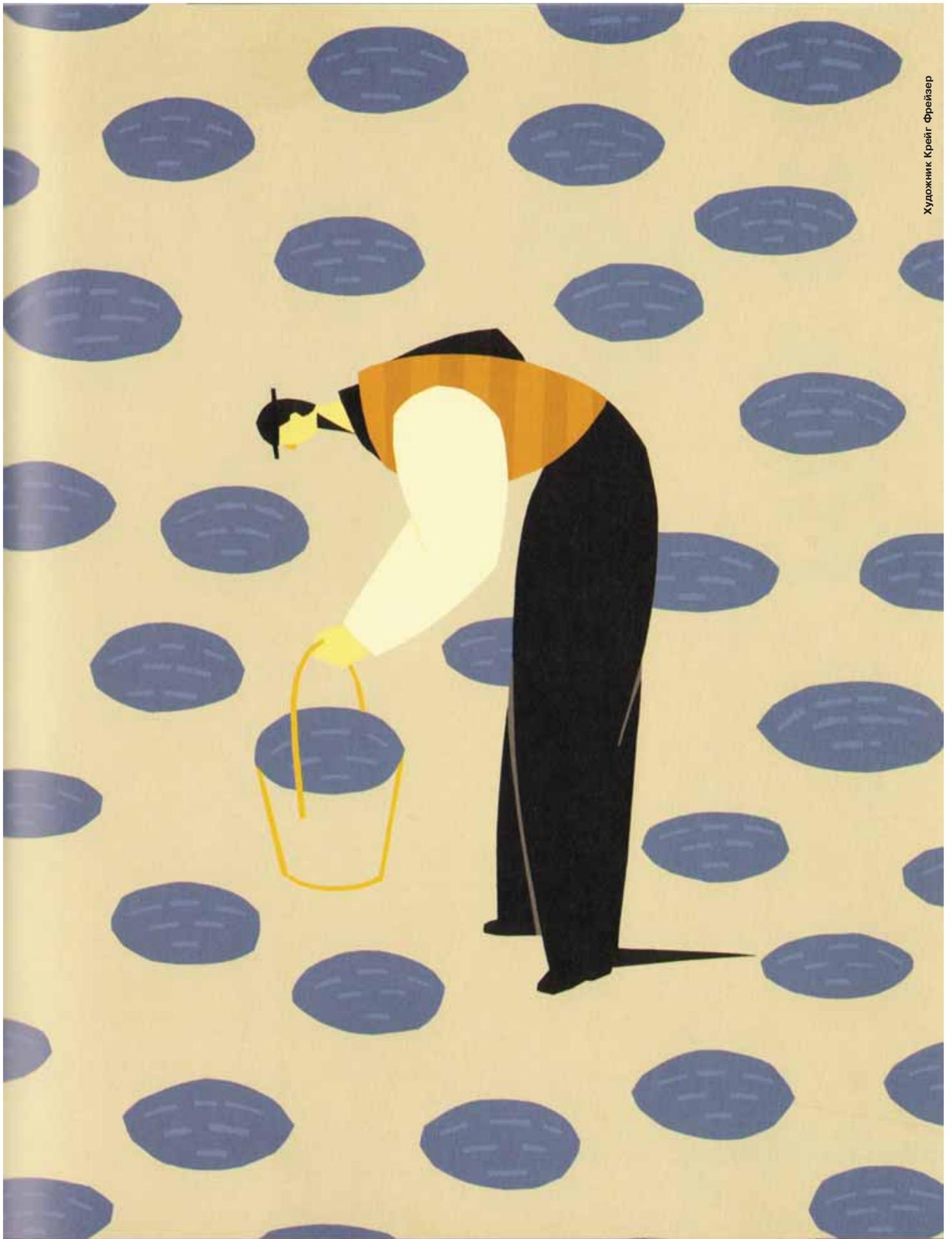
### Области применения

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

Россия, г. Новосибирск, 630090, пр. Академика Лаврентьева, 5

тел.: +7 (383) 326-97-71, факс: +7 (383) 330-87-61

e-mail: [catacon@ngs.ru](mailto:catacon@ngs.ru), [www.catacon.ru](http://www.catacon.ru)



Художник Крейг Фрейзер

# Сырьевая ловушка

или

# фундамент для процветания?

Доктор  
химических наук  
**В.С.Арутюнов**

Энергия — движущая сила эволюции природы и цивилизации. Если отвлечься от деталей, то можно утверждать, что уровень развития общества и объем потребляемых им благ определяется, прежде всего, уровнем доступной энергии. Первобытный человек для обеспечения своих жизненных потребностей располагал энергетической мощностью примерно в 150 Вт. При переходе к традиционному земледелию и скотоводству энергетические затраты возросли до 500 Вт на человека. Следующий качественный скачок в развитии цивилизации, открывший современный период истории и названный научно-технической революцией, стал возможен лишь в начале XIX века после освоения ископаемых источников энергии. В наше время средняя мощность энергопотребления на душу населения в развитых странах достигает уже нескольких киловатт, а установленная мощность всех источников энергии на земном шаре превысила 3,5 ТВт ( $3,5 \cdot 10^{12}$  Вт).

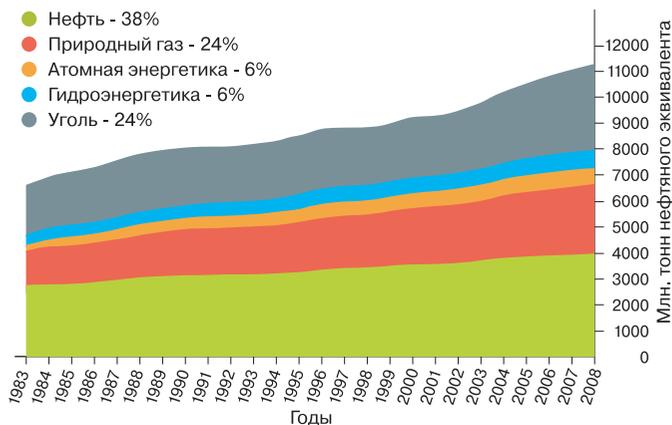
Энергия — основной ресурс, обеспечивающий существование современной цивилизации. Поэтому производство энергии на душу населения — один из основных показателей уровня развития общества. Сопоставление потребления энергоресурсов на душу населения и уровня экономического развития (уровня жизни) различных стран показывает пропорциональную зависимость между этими величинами.

Принято считать, что в эпоху глобализации человечество столкнулось с множеством «глобальных» проблем: экономическими, политическими, экологическими, демографическими и продовольственными. На самом деле есть только одна глобальная проблема — энергетическая, поскольку при достаточном количестве энергии все остальные проблемы принципиально разрешимы. Именно энергия — та универсальная валюта, которой человечество оплачивает все свои достижения.

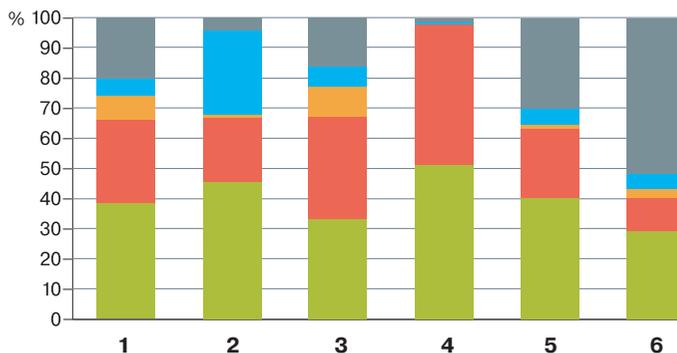
подавляющую часть энергии, потребляемой современной цивилизацией, мы получаем за счет всего пяти основных источников: нефти, природного газа, угля, атомной энергетики и гидроэнергетики (рис. 1, 2). Доля всех остальных источников энергии менее 1%. При этом почти 90% энергии дает сжигание углеродного топлива. Его ресурсы имеют в основном биогенное происхождение и накапливались в биосфере на протяжении нескольких сотен миллионов лет. Сейчас мы потребляем нефть, газ и уголь со скоростью, примерно в миллион раз превышающей скорость их естественного образования в земной коре. Очевидно, что рано или поздно они будут исчерпаны и перед человечеством встанет вопрос: чем их заменить? Если сопоставить остающиеся в распоряжении человечества ископаемые энергоресурсы и возможные сценарии развития мировой экономики, демографии и технологии, то это время, в зависимости от принятого сценария, составляет от нескольких десятков до пары сотен лет. В этом суть стоящей перед человечеством энергетической проблемы.

Если верить апологетам «альтернативной», или «зеленой», энергетики, то человечество уже в ближайшие десятилетия перейдет на солнечную и ветровую энергетику, биотопливо и т. п. Увы, это в лучшем случае заблуждение, а чаще всего конъюнктурное желание продвинуть определенные разработки или исследования. О беспочвенности надежд на глобальную роль возобновляемых источников энергии более тридцати лет назад писал П.Л.Капица («Успехи физических наук», 1976, т. 118, № 2, с.307). Дело в том, что практически все серьезно обсуждаемые альтернативные источники энергии в той или иной степени порождены солнечным излучением, падающим на Землю. Плотность его потока, перпендикулярного сечению Земли (солнечная постоянная), хорошо известна и составляет примерно  $1370 \text{ Вт/м}^2$ . С учетом того, что полная поверхность Земли в четыре раза превышает ее сечение, а 30% излучения отражается обратно в космическое пространство, средний поток солнечной энергии, достигающий ее поверхности, составляет всего  $240 \text{ Вт/м}^2$ . Увы, для промышленной энергетики это слишком мало! Согласно современным глобальным моделям, если нынешний уровень энергопотребления развитых стран обеспечивать только за счет возобновляемых источников энергии, то на Земле сможет существовать не более 500 млн. человек (Н.Н.Моисеев. Сочинения в трех томах. М.: Изд-во МНЭ-ПУ, 1997. Т.3. С.92). А нас на Земле уже в десять раз больше.

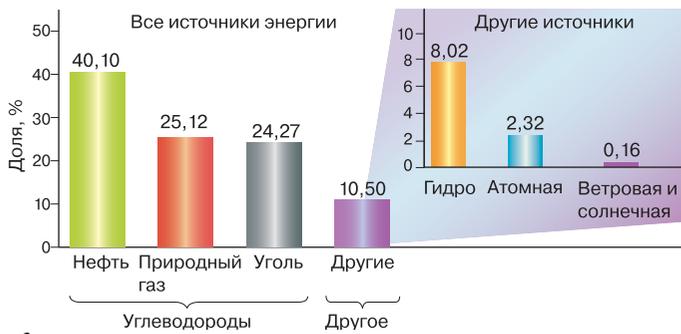
Об этом же свидетельствует реальный вклад «альтернативной энергетики» в энергобаланс США, ведущей державы мира, которая производит и потребляет примерно треть всей энергии в мире. Несмотря на многолетние миллиардные зат-



1  
Мировое потребление первичных энергоресурсов (British Petroleum Statistical Review of World Energy 2009)



2  
А так выглядит распределение по видам энергии, потребляемой в регионах (British Petroleum Statistical Review of World Energy 2010):  
1 — Северная Америка, 2 — Южная и Центральная Америка,  
3 — Европа и Азия, 4 — Ближний Восток, 5 — Африка,  
6 — Азиатско-Тихоокеанский регион



3

Энергобаланс США в 2008 году (W.L.Kelley, D.R.Harrell, R.S.Bishop, K.Wells Oil & Gas Journal, 2009, June 8)

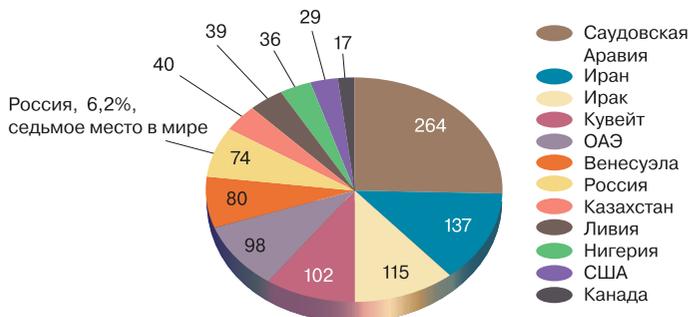
раты на исследования и разработки в этой области (почти 50% всех затрат США на исследования в области энергетики), вклад альтернативных источников в энергобаланс страны составляет доли процента (рис. 3). Поэтому в отдаленной перспективе человечество пока может рассчитывать только на термоядерную энергетику, которая, впрочем, еще не состоялась как промышленная технология и сможет реализоваться в этом качестве, по самым оптимистичным прогнозам, лишь к концу столетия.

Это заставляет более тщательно оценивать имеющиеся энергоресурсы и жестко контролировать их эффективное и экономное использование. О том, что закат нефтяной эры уже начался, свидетельствует тот факт, что с 1985 года объем нефти, ежегодно добываемой в мире, превышает объем ее вновь открываемых ресурсов, то есть их исчерпание — это только вопрос времени.

На рис. 4 приведены ресурсы нефти в 12 ведущих по запасам странах мира. И хотя уже несколько лет Россия удерживает первенство по добыче этого наиболее удобного энергетического сырья, обгоняя даже Саудовскую Аравию, наши доказанные ресурсы отнюдь не соответствуют нашим амбициям ведущей нефтяной державы мира.

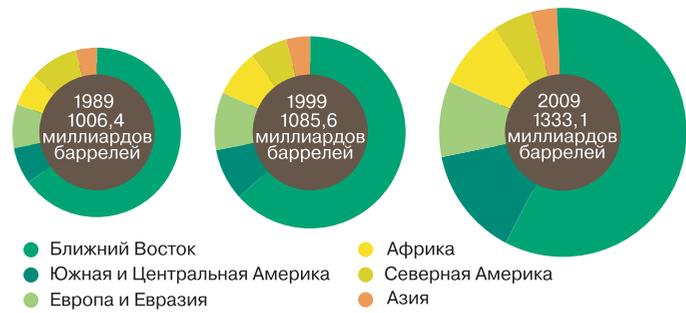
Часто задают вопрос: «Так когда же все-таки закончится нефть на Земле?» Ответ на него прост и однозначен: «Никогда!» Дело в том, что абсолютно все осадочные породы, толстым слоем покрывающие поверхность суши и дно океанов, содержат рассеянное органическое вещество в разных концентрациях, от 0,01 до 15% (от 0,1 до 150 г/кг). При относительно небольших температурах 60—100°C, характерных для горных пород, могут протекать каталитические реакции деструкции органического вещества с образованием углеводородов. Катализаторами служат алюмосиликаты, входящие в состав различных, особенно глинистых пород, а также различные микроэлементы и их соединения. Для образования нефти достаточно иметь 0,5—2% органического вещества в тонкодисперсных глинистых осадках. Поэтому общие ресурсы углеводородов, в том числе нефти, в земной коре огромны.

Гораздо реже встречаются концентрированные залежи,



4

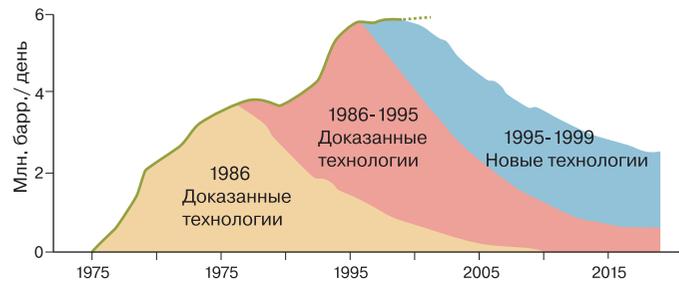
Ресурсы нефти в 12 странах, на долю которых приходится 85,9% мировых запасов (1 201 миллиард баррелей в 2006 г.)



- Ближний Восток
- Южная и Центральная Америка
- Европа и Евразия
- Африка
- Северная Америка
- Азия

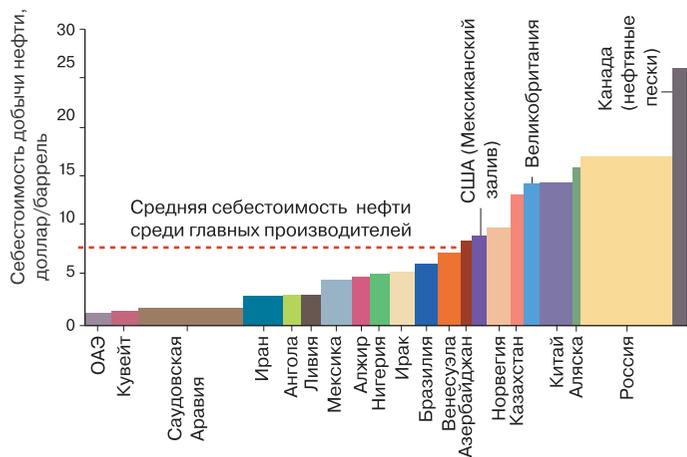
5

Распределение разведанных запасов нефти по регионам (British Petroleum Statistical Review of World Energy 2010)



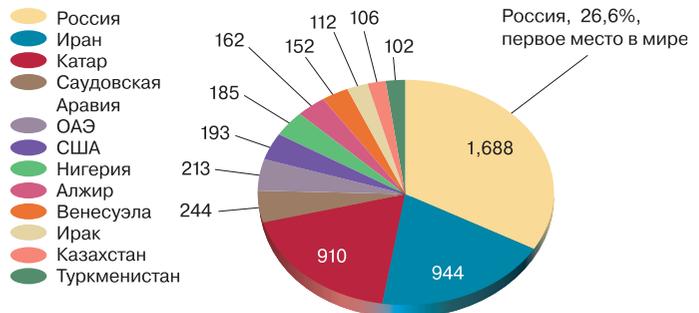
6

Влияние технологии на добычу нефти в Северном море



7

Себестоимость добычи нефти в основных регионах добычи (M.Radler, Oil & Gas Journal, 2009, March 16)



8

Ресурсы газа в 12 странах, на долю которых приходится 78,9% мировых запасов газа (6 348 тысяч кубических футов в 2006 г.)



которые и становятся источниками углеводородов для промышленности. Но в принципе можно добывать нефть из пород с менее концентрированным ее содержанием, однако это сложнее технологически и, естественно, требует больших затрат. Поэтому при оценке ресурсов нефти (и соответственно сроков их исчерпания) корректная постановка вопроса будет такой: «Каковы ресурсы нефти, извлекаемой при нынешнем уровне технологии и себестоимости ее добычи не выше 20 долл./баррель или 50 долл./баррель?» Но даже без учета новых геологических открытий первоначальные ресурсы пригодной для извлечения нефти, как и всех других полезных ископаемых, постоянно увеличиваются, поскольку, с одной стороны, совершенствуются технологии их добычи, а с другой — растет цена, которую готов платить за них потребитель. На рис. 6 видно, как под влиянием прогресса в технологии добычи менялись прогноз и реальная добыча нефти из месторождений Северного моря.

По мере выработки наиболее легкодоступных и экономических эффективных месторождений мировой экономике приходится затрачивать все больше усилий и средств на добычу черного золота. В результате за последние 30 лет мировая добыча нефти увеличилась всего на 50%, а затраты на ее извлечение (в текущих ценах) выросли почти в 17 раз. И эта тенденция в дальнейшем будет только нарастать. Однако пока благодаря новым технологиям в строй вводятся все новые месторождения трудноизвлекаемой нефти, и ее мировая добыча поддерживается на высоком уровне. Несмотря на прогнозируемый специалистами уже в этом десятилетии спад добычи, она даже продолжает немного расти.

Одно из важнейших достижений последних лет — создание технологии добычи «тяжелой» нефти из нефтеносных песков, которые особенно интенсивно разрабатывают в Канаде. Освоение этих богатейших залежей углеводородов вывело Канаду на второе место в мире по ресурсам нефти и кардинально изменило геополитическую обстановку в нефтедобыче. Богатейшие залежи нефтеносных песков есть также в Венесуэле (Пояс Ориноко), России и других странах. Освоение этих ресурсов, видимо, отодвинет пик мировой добычи нефти на середину текущего века.

Что касается перспектив отечественной нефтедобычи, то пока они не столь радужны. И дело не в скудности наших недр. Хотя по доказанным запасам традиционной нефти мы далеко не лидеры и занимаем лишь седьмое место в мире, вполне вероятно, что в России имеются еще значительные неоткрытые ресурсы. Но в последние двадцать лет в нашей стране резко сократились геологоразведочные работы. В результате объем доступных для извлечения запасов не прирастает, а постоянно снижается, и по многочисленным прогнозам примерно к 2020 году нас ожидает резкий спад ее добычи. Даже ускоренное развертывание геологоразведочных работ на нефть (которое пока не предвидится) уже не сможет предотвратить падение добычи, поскольку от их начала до промышленного освоения месторождения (разумеется, в случае успеха поисков) проходит не менее 15 лет. Таким образом, момент перехода к другим сценариям развития ситуации уже упущен.

Но это далеко не единственная проблема отечественной нефтедобычи. Из-за климатических и географических условий в наших основных нефтедобывающих регионах российская нефть — одна из самых дорогих в мире и потому не очень привлекательна для мирового рынка. Себестоимость ее добычи вдвое превышает среднемировую и почти в восемь раз — себестоимость добычи на Ближнем Востоке (рис. 7). Дороже нашей нефти только тяжелая нефть из канадских нефтеносных песков. Это означает, что, выкачивая из своих недр примерно столько же нефти, сколько Саудовская Аравия, мы получаем в несколько раз меньшую прибыль от продажи своих невозможных природных ресурсов.

Однако и это еще не все. Отечественные энергетические ресурсы сильно удалены от мировых центров потребления. Необходимы огромные усилия и средства, чтобы доставить их на мировой рынок. Средняя дальность доставки по нефтепроводам превышает 3000 км. В результате стоимость транспортировки увеличивается в два и более раз по сравнению с конкурентами. И с этой точки зрения даже нефть из канадских нефтяных песков, по крайней мере для североамериканского рынка, предпочтительнее российской нефти, поскольку ее источники расположены вблизи одного из крупнейших мировых центров потребления. А чтобы обеспечивать бесперебойную добычу и экспорт российских энергоресурсов на мировой рынок, мы должны вкладывать в поддержание и развитие соответствующей инфраструктуры до 70% выручки от экспорта своего энергетического сырья. Такая вот получается странная экономика.

Не будем подробно останавливаться на ситуации с углем. Его в земной коре пока много и при нынешних темпах потребления хватит не на одну сотню лет. По запасам угля (17% общемировых ресурсов) Россия занимает второе место в мире после США. Однако его добыча и транспортировка значительно сложнее, а рентабельность ниже, чем у нефти и газа. Кроме того, его использование в энергетике связано с серьезными экологическими проблемами. США, Китай и некоторые другие страны, обладающие огромными ресурсами угля, прилагают большие усилия, чтобы создать «чистую» угольную энергетику на основе предварительной газификации угля. Но пока стоимость такой энергии значительно превышает приемлемую для рынка.

Для России особенно важна ситуация с природным газом, по запасам которого мы, в отличие от нефти, действительно мировой лидер (рис. 8). Вполне вероятно, что доля России еще выше, по некоторым оценкам до 40%. Но из-за свертывания геологоразведочных работ официальная величина запасов газа остается неизменной вот уже более двадцати лет, в то время как в других странах открытые запасы постоянно растут, что, естественно, уменьшает нашу долю в мировом балансе.

Приведенные на рис. 8 данные относятся к ресурсам так называемого традиционного газа. Однако газообразные углеводороды, и прежде всего метан, широко распространены в природе не только в виде крупных залежей. Огромное количество метана рассеяно в осадочных горных породах, в илах озер, морей и океанов. Метан содержится в кристаллических сланцах, мраморах, гнейсах, гранитах и других горных породах, причем на каждый килограмм породы может приходиться до 0,1 м<sup>3</sup> метана. В небольших концентрациях метан растворен в пресной и морской воде, входит в состав почвенного воздуха и земной атмосферы. Много метана растворено в пластовых водах на глубинах 1,5—5 км. Сегодня к нетрадиционным ресурсам природного газа относят метан угленосных толщ, водорастворенные газы подземной гидросферы и природные газовые гидраты.

Огромные ресурсы так называемого угольного метана, по оценкам, не уступают запасам традиционного газа. Метан выделяется в угольных пластах при метаморфизме угля, который сопровождается низкотемпературным термохимическим

ким распадом органического вещества. Количество выделяющегося метана на одну тонну угольного вещества увеличивается от 161 м<sup>3</sup> при образовании бурого угля до 192 м<sup>3</sup> при образовании каменного угля из бурого.

Важнейшим источником углеводородного топлива для человечества могут стать газовые гидраты. Это твердые кристаллические соединения с общей формулой C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>·mH<sub>2</sub>O. Их называют соединениями включения, или клатратами, поскольку молекулы газа заключены в пустоты кристаллических структур, составленных из молекул воды. Такая «клетка» может быть построена из 46 молекул воды, в которой 8 полостей, или из 136 молекул воды, в которой 16 малых полостей и 8 больших. Эти хранилища образуются при высоких давлениях. Например, на океанском дне уже на глубине 700 м давления достаточно для образования газовых гидратов.

Газогидратные залежи сосредоточены в основном в пределах шельфа и материкового склона, и в них, по оценкам, заключено почти в сто раз больше природного газа, чем в традиционных месторождениях. Вообще, в газогидратах сосредоточено более половины всего углерода органического происхождения, залегающего в земной коре. Это вдвое больше, чем во всех залежах нефти, угля и природного газа, вместе взятых.

Кроме того, по мере продолжающейся дегазации Земли ежегодно в земную кору и затем в атмосферу поступает около 2 трлн. м<sup>3</sup> метана, что сопоставимо с его мировой добычей. В целом, мировой баланс природного газа (на 2007 год) выглядит следующим образом:

Годовая добыча	2,8 трлн. м <sup>3</sup> /г
Достоверные ресурсы	180 трлн. м <sup>3</sup>
Прогнозируемые ресурсы	280 трлн. м <sup>3</sup>
Угольный метан	260 трлн. м <sup>3</sup>
Газовые гидраты	20 трлн. м <sup>3</sup>
Дегазация планеты	~2 трлн. м <sup>3</sup> /г

Однако огромные ресурсы нетрадиционного природного газа еще только предстоит сделать технически доступным источником энергии для человечества. А пока, если исключить уголь, о проблемах использования которого мы уже говорили, обеспеченность освоенными и удобными источниками составляет всего несколько десятков лет, что и вызывает напряженность в мировой энергетике.

Вопросы обеспечения углеводородным сырьем всегда входили в число основных политических проблем и в значительной степени формировали мировой политический климат. Высокие доходы от продажи нефти на мировом рынке позволяли СССР довольно долго сохранять лидирующие позиции в мире. Однако возможности сырьевой экономики были переоценены, что и привело в конце концов страну к краху при падении цен на энергетическое сырье. К сожалению, как замечил в свое время Бернард Шоу, «уроки истории заключаются в том, что люди не извлекают из истории уроков», и всего тридцать лет спустя мы снова приближаемся к повторению той же ситуации. Последнее десятилетие безудержного роста мировых цен на энергоносители породило иллюзию «энергетической сверхдержавы». Сделав ставку на экспорт своих невосполнимых природных ресурсов, мы проспали десятилетие технологического развития, за которое наши основные конкуренты настолько далеко ушли вперед, что зависимость от наших энергоресурсов перестала быть для них критической. Во-первых, за последние тридцать лет ведущие промышленные страны смогли почти на 40% снизить удельное энергопотребление на единицу производимого ВВП. А во-вторых, вложив немалые силы и средства в освоение «нетрадиционных» ископаемых энергоресурсов, они, похоже, сумели ослабить, по крайней мере на ближайшие годы, зависимость от поставок российских энергоносителей.

Мы уже упоминали успехи в добыче нефти из нефтеносных песков, резко снизившие зависимость США от ее импорта. А

недавно мир облетела еще одна сенсационная новость — Соединенные Штаты освоили технологию добычи сланцевого газа. Сланцевый газ — это тот же самый природный газ, только находящийся на больших, более двух километров, глубинах в слабо проницаемых для газа кристаллических сланцевых породах. Помимо высоких затрат на бурение глубокой скважины низкая проницаемость газоносной породы приводит к быстрому прекращению притока газа к скважине, и очень скоро с трудом пробуренная скважина перестает давать газ. О существовании сланцевого газа было известно давно, но, поскольку даже не предполагалась возможность его рентабельной добычи, эти ресурсы никто не рассматривал как промышленные и не учитывал при оценке запасов газа.

Американские специалисты не только усовершенствовали технологию глубокого бурения, но и научились эффективно применять горизонтальное бурение на больших глубинах, где залегают сланцевый газ. В сочетании с технологией гидроразрыва пласта за счет закачивания под большим давлением воды, песка и определенных химических веществ это позволяет собирать газ со значительно большей площади и продлевает жизнь скважины до нескольких лет.

Благодаря созданию новых технологий, бурового оборудования и специальных материалов добыча сланцевого газа стала не только рентабельной, но даже ниже себестоимости добычи газа из наших арктических месторождений. В результате впервые за многие годы США добыли газа больше, чем гордящаяся его огромными запасами Россия, и практически отказались от его импорта. Огромный объем сжиженного природного газа из Ближнего Востока и других регионов, предназначавшийся для экспорта в США, хлынул в Западную Европу и другие энергодефицитные страны, вызвав избыток предложения и падение цен.

В перспективе сланцевый газ смогут добывать многие, в том числе европейские страны. Главное отличие сланцевого газа от традиционного в том, что он не привязан к отдельным крупным естественным «ловушкам», выявление которых — большая и редкая геологическая удача, а широко распространен под огромными территориями. В начале апреля Польша объявила о том, что в стране выявлены крупные запасы сланцевого газа — около 1,36 трлн м<sup>3</sup>. Их освоение уже в мае начнет американская компания ConocoPhillips. Если эти данные будут подтверждены геологоразведкой, общие запасы газа в ЕС вырастут сразу на 47%. Польша не только полностью закроет свои потребности в топливе, но и может стать одним из крупнейших поставщиков газа для Европы.

О серьезных запасах сланцевого газа заявила Эстония, разработку пластов уже начали Голландия, Франция, Швеция, Германия. Соответственно потребность Европы в российском газе, который туда поставляют «Газпром», в течение ближайших 10 лет существенно понизится. В случае подтверждения запасов европейского сланцевого газа «Газпром» рискует потерять значительную долю своего европейского экспорта, что неизбежно нанесет серьезный удар по российской «сырьевой» экономике.

Стратегия наращивания отечественного экспорта энергетического сырья без сколько-нибудь серьезной его переработки, апогеем которой стали планы освоения запредельно сложных арктических месторождений и строительства грандиозных трубопроводных систем, явно зашла в тупик. Увлечшись наращиванием своего экспортного потенциала, страна фактически потеряла десятилетие уникально благоприятных возможностей для инновационного развития, упустила шанс, который может и не повториться.

Фактически, как страна-экспортер, мы попали в «сырьевую ловушку». Единственный известный путь ее преодоления — переход к развитию новых отраслей с повышающей отдачей. Это путь, указанный известным австрийским экономистом прошлого века Йозефом Шумпеттером, путь не просто коли-

чественного роста, а качественного развития. При этом совершенно очевидно, что для России наиболее естественно начинать инновационное развитие не с нанотехнологий, в области которых в стране нет ни масштабного фундаментального научного задела, ни конкурентоспособных высокотехнологичных отраслей производства, способных быстро воспринять возможные достижения, а именно с энергетики. Даже при самых благоприятных обстоятельствах она еще не одно десятилетие будет оставаться фундаментом отечественной экономики.

При разумном инвестировании средств от реализации своих природных ресурсов Россия могла бы получать практически такой же объем экспортной выручки, добывая и экспортируя в десять раз меньше своего невосполнимого национального достояния, если бы перерабатывала добываемое сырье на своей территории и экспортировала значительно более дорогостоящие продукты его химической переработки. Если бы в свое время хотя бы небольшая часть доходов от продажи нефти и газа была вложена в отечественные инновационные технологии, инфраструктуру по переработке этих ресурсов в дорогостоящие химические продукты и моторные топлива нового поколения, то наше положение в мировой экономике было бы совершенно иным. Мы уже не говорим о том, что стратегия, ориентированная на превращение первичного сырья в дорогостоящую и востребованную на мировом рынке продукцию, позволяет легко менять номенклатуру экспорта, рынки сбыта, страхует от колебаний цен на сырьевом рынке и потенциальных конфликтов с соседними странами, по территории которых проходит транзит этого сырья.

А пока ситуация в российском нефтехимическом комплексе по сравнению с другими странами выглядит удручающе. Вот сравнение доли нефтехимии в ВВП России и некоторых других стран:



## РАЗМЫШЛЕНИЯ

Россия — 1,7% (2006, план на 2015 год — 2,9%);  
 Индия — 12%;  
 США — 25%;  
 Китай — 30%.

Объем производства изделий из пластмасс в 2007 году:  
 Китай — 33 млн. т;  
 Россия — 4,8 млн. т.

Мощности по производству этилена к 2012 году достигнут соответственно:

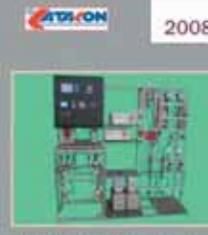
Ближний Восток — 30 млн. т;  
 Китай — 15 млн. т;  
 Россия — менее 3 млн. т.

Как заметил в свое время американский президент Теодор Рузвельт, «великой нацией нас делает не наше богатство, а то, как мы его используем». Очень хочется надеяться, что то, как мы будем использовать наше национальное богатство, позволит и нам считать себя великой нацией.



## РЕШЕНИЕ, ПРИНЯТОЕ В ПОЛЬЗУ ТОЧНОСТИ...

### ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КАТАЛИЗАТОРОВ

 <p><b>2004</b></p> <p>КАТАЛИТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ ПОД ДАВЛЕНИЕМ</p>	 <p><b>2008</b></p> <p>МНОГОЭТАПНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПРИ ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ (ДО 199 АТМ)</p>	 <p><b>2005</b></p> <p>УСТАНОВКА ТЕРМОЛАБОВОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ КАТАЛИЗАТОРОВ АРЕКИНГА</p>
 <p><b>2009</b></p> <p>УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПАРОВОЙ И ВОЗДУШНОЙ КОНВЕРСИИ УГЛЕВОДОРОДОВ ПРИ ДАВЛЕНИИ</p>	 <p><b>2008</b></p> <p>УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ГИДРОКРИТИКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И ВАКУУМНОГО ГАЗОИЛИ</p>	 <p><b>2006</b></p> <p>УСТАНОВКА ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧЕБНЫХ РАБОТ В УНИВЕРСИТЕТАХ И КОЛЛЕДЖАХ ХИМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ</p>



Для исследования каталитических свойств зернистых катализаторов в различных процессах с газовыми и парогазовыми реакционными смесями при атмосферном давлении и в условиях повышенных давлений

#### ЭФФЕКТИВНО ИСПОЛЪЗУЮТСЯ:

- КАК НАДЕЖНОЕ И ОПЕРАТИВНОЕ СРЕДСТВО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА.
- ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ НОВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ И ИЗУЧЕНИЮ КИНЕТИКИ КАТАЛИТИЧЕСКИХ
- ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ АКТИВНОСТИ ВЫГРУЖЕННЫХ, ИЗ ПРОМЫШЛЕННОГО АППАРАТА, ОБРАЗЦОВ КАТАЛИЗАТОРА
- ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСА РАБОТЫ КАТАЛИЗАТОРОВ
- ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕЗАКТИВАЦИИ КАТАЛИЗАТОРОВ И СПОСОБОВ ИХ РЕГЕНЕРАЦИИ
- ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ РАБОТ В УНИВЕРСИТЕТАХ И КОЛЛЕДЖАХ ХИМИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО

# Мексиканский разлив

## С.Анофелес

22 апреля 2010 года в Мексиканском заливе у берегов американского штата Луизианы случилась катастрофа: взорвалась нефтяная платформа прииска компании «Бритиш петролеум» с романтическим названием «Дипуотер горизонт» (глубоководный горизонт). Из оборванной трубы в воду, естественно, стала поступать нефть — ее выталкивает давление в нефтеносном пласту.

Поначалу говорили, что скорость вытекания составляет тысячу баррелей (то есть бочек) в день. Напомним, что один баррель равен 42 галлонам, или 158,983 литрам. Число баррелей в одной тонне зависит от плотности нефти в том или ином прииске, но для оценок можно принять число 7,5. Потом оценки изменились. Например, после того, как третьего июня удалось установить над скважиной купол, из-под него стали откачивать в танкер восемнадцать тысяч баррелей в сутки. После этого эксперты заговорили, что с начала аварии в море выливается никак не меньше сорока тысяч бочек, или пять с лишним тысяч тонн в день. К концу июня речь зашла уже о ста тысячах баррелей в день. Пробиваясь наверх через полтора километра воды, нефть самопроизвольно разделилась на фракции: глубоководные аппараты показали, что в толще океана расположился слой тяжелой нефти, а легкая всплыла на поверхность.

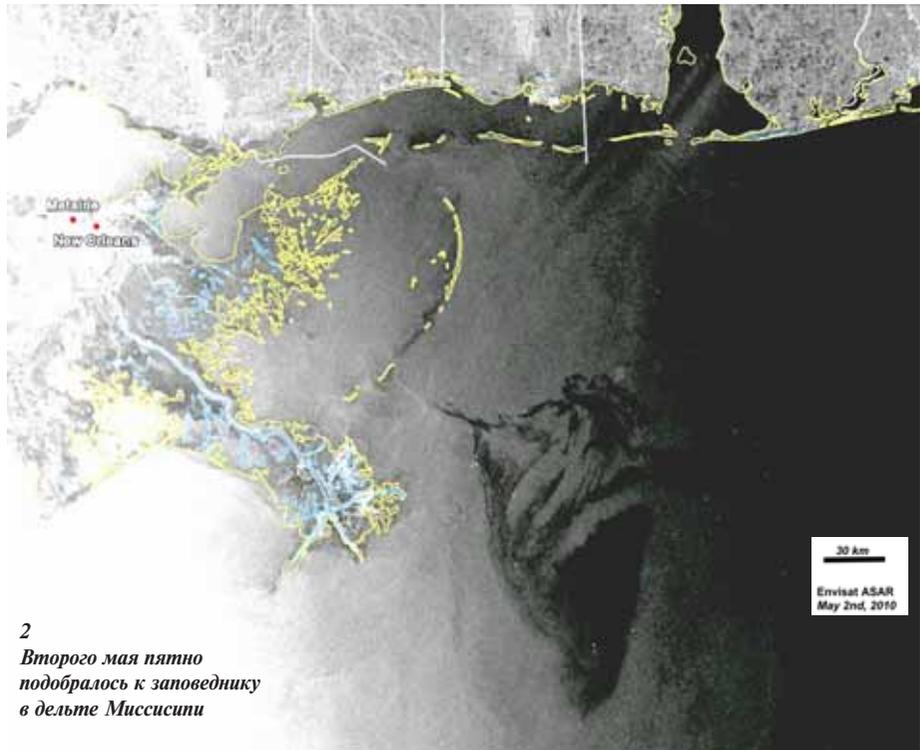
Несмотря на усилия компании, остановить разлив пока не удалось. В числе прочего британские нефтяники пытались и залить в скважину цемент, и накрыть ее куполом, чтобы из-под него собирать нефть и закачивать ее в танкер. В после-

4 *Расчет показал, что после двух месяцев пребывания внутри залива (а, б) пятно буквально за две недели (в, г) вырывается в открытый океан (д) и спустя четыре месяца после разлива распространяется по северу Саргассова моря (е)*



1

*В начале разлива пятно быстро меняло свою форму под действием ветра:  
а — 25 апреля,  
б — 26 апреля*



2

*Второго мая пятно подобралось к заповеднику в дельте Миссисипи*

днем случае получалась двойная выгода — и разлив сокращался, и ценное сырье не пропадало, а продав его, можно было покрыть хоть часть расходов на ремонтные мероприятия.

Первая попытка установить купол не удалась. Дело в том, что на полуторакилометровой глубине очень холодно, а давление высокое. Поэтому есть все условия формирования донного льда — газовых гидратов, тем более что входящий в их состав метан — неизбежный спутник нефти. Ледяные кристаллы быстро заполнили купол и стали препятствовать откачке. Со второй попытки по-

бороть газгидраты удалось, однако коль скоро купол позволяет собирать половину вытекающей нефти, можно говорить лишь о частичном решении проблемы: нефтедобычу компании из аварийной скважины сохранить удалось, а ликвидировать разлив — нет.

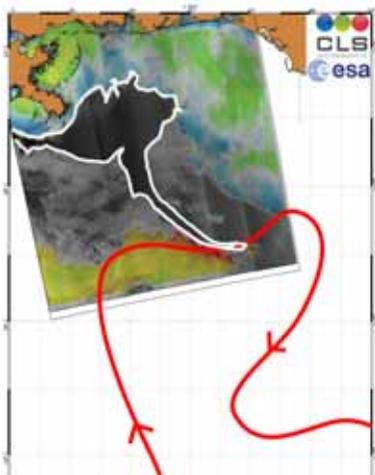
Теперь все надежды на разгрузочные скважины, которые снизят давление в пласту: тогда напор в аварийной трубе ослабеет настолько, что ее удастся зацементировать. Считается, что этот способ опробуют в середине августа. Таким образом, со времени аварии пройдет четыре месяца, или сто двадцать дней, не-

а

б

в





3  
**Круговое течение подхватило нефтяное пятно и повлекло его к Флоридскому проливу: фото от 18 мая**

фти же за это время вытечет (считая ежедневные 40 тысяч баррелей с 22 апреля по 3 июня и 20 тысяч баррелей с 4 июня по 22 августа) более трех миллионов баррелей — почти полмиллиона тонн.

Много это или мало? Ежегодно в море выливается 4,5 миллионов тонн нефти, причем до сих пор аварии на буровых платформах или крушения танкеров были ответственны всего за 7% этого количества. Как видно, авария на скважине «Дипуотер горизон» — действительно экстраординарное событие: из нее одной выльется девятая часть обычной ежегодной доли нефти. Кстати, аналогичная по масштабам катастрофа чуть не случилась в марте 2001 года при взрыве нефтяной платформы недалеко от Рио-де-Жанейро, но тогда разлива нефти удалось не допустить.

Основное же загрязнение моря нефтью связано с промывкой танкеров, то есть с действиями людей, вполне отдающих отчет в своих противоправных поступках. Поскольку танкеры промывают в открытом море, найти злоумышленника нелегко, и к поискам подключены космические аппараты, оснащенные специальными радарными. Не случайно спутник «Энвисат» Европейского космического агентства, уже посадивший за решетку нескольких недобросовестных капитанов, сразу же после начала разлива в Мексиканском заливе начал его ежедневные наблюдения. И вот такая последовательность событий получилась.

Сначала пятно крутилось неподалеку от дельты Миссисипи (фото 1) и под действием северного ветра уходило прочь от

г

## ФОТОИНФОРМАЦИЯ



берега. При этом его площадь составила 77х63 км. К началу мая пятно в целом оставалось на месте (фото 2), но разрослось, достигло дельты Миссисипи и под дующим с юга ветром направилось к болотам Луизианы и пляжам Алабамы. Все изменилось 18 мая: нефть была подхвачена (фото 3) так называемым Круговым течением Мексиканского залива. А это течение проходит между берегами Флориды и Кубы, после чего идет на соединение с Гольфстримом. В результате нефть может распространиться не только вдоль восточного побережья Северной Америки, но и достичь Европы. Круговое течение — весьма бурное, поэтому исследователи опасаются, что нефть уйдет на глубину и следить за ее продвижением из космоса станет сложно.

Где не справляются приборы, там на помощь приходит математическое моделирование. Расчет пути нефтяного пятна в ближайшие несколько месяцев (фото 4) сделали специалисты Национального центра исследований атмосферы (США). Они подчеркивают, что расчет — это не прогноз, но наиболее вероятная траектория движения пятна. Если этот расчет оправдается, то загрязнение достигнет многих прибрежных районов Северной Америки, а также Багамских островов. Нефть, вылившаяся на багамские белоснежные пляжи, означает для островитян финансовый крах, ведь туризм — вторая после банковской деятельности отрасли местной экономики.

Впрочем, нефтяная пленка не вечна. Под действием волн она превращается в сгустки, а бактерии и солнечный свет ее разрушают. Поэтому воды Европы, скорее всего, мексиканского разлива не почувствуют. А в Западном полушарии его последствия будут заметны еще долгие годы.

д

## Два способа заткнуть скважину...

...предлагает наш постоянный автор

### Способ 1 Раздувающаяся емкость

Из высокопрочной и нефтеустойчивой резины делается мяч, проходящий в трубу скважины. Мяч помещается в сетку со свинцовым грузом — балластом, вес которого обеспечит падение мяча в трубу. Внутри мяча помещается баллон со сжатым газом и реле, открывающее его через заданное время после сигнала.

При расчете давления газа надо учесть, что мяч будет сжиматься на дне моря — это требует добавки давления на преодоление давления воды на глубине. Если прочность баллона не позволит создать нужное давление газа на заводе, то баллон в мяче можно подкачать на глубине, где давление воды уравнивает прирост давления в баллоне.

Подводный робот бросает мяч в трубу, тот тонет из-за балласта и, раздуваясь после выпуска газа из баллона, затыкает трубу. Мячей надо вбрасывать несколько, один за другим, чтобы свинцовый балласт следующего мяча лег на предыдущий.

### Способ 2 Переходник с крапом

Робот очищает верхний кусок трубы длиной в полметра от грязи и наростов, и его габариты точно измеряются, например, ультразвуковым локатором. На этот кусок должен быть насажен переходник с клапаном в верхней части. Для закрепления переходника его нужно сделать таким, чтобы он сел на трубу скважины с минимальным зазором. При нагреве непосредственно перед посадкой на трубу переходник расширится, а охладившись, намертво соединится с ней. Этот известный прием — посадки в холодную — можно модифицировать, сделав переходник из сплава с эффектом памяти формы: тогда прочность соединения окажется сравнимой со сварным швом. Подобную технологию неоднократно предлагали для соединения водопроводных труб, но из-за большой цены применять ее не стали.

После насадки переходника и закрытия крана переходник можно соединить с трубой к нефтепроводу и снова качать нефть, открыв кран.

**В. Кальменс**

е





Фото: А.Благутина

# Осторожно, энергосберегающие лампочки!

**Н.Коробов**

*Сейчас активно обсуждается проект, согласно которому все обычные лампочки предполагается заменить на энергосберегающие. Может, это и даст экономию электроэнергии, но все будет совсем не так радужно, как нам настойчиво пытаются объяснить. Есть другая сторона проблемы, о которой написал нам в редакцию инженер-химик Николай Андреевич Коробов, проработавший не один десяток лет на предприятии по переработке ртутных отходов.*

По статистике, в месяц не больше девяти жителей Великого Новгорода обращаются в специализированные службы с вопросом: «Разбит термометр, как быть?» Что делают остальные? Просто выкидывают все в помойку. Хотя, по правилам, ртуть даже из маленького медицинского градусника надо аккуратно собрать в плотно закрывающуюся стеклянную емкость, залить водой и отнести в специальную организацию по переработке ртутных отходов. Если же вы не уверены, что все собрали, то надо вызвать специалиста МЧС (у них есть подразделение демеркуризации) или хотя бы десять раз хорошо помыть место, где разбился градусник, моющим средством, каждый раз выкидывая тряпку.

Впрочем, речь пойдет вовсе не о градусниках. Это только элементарный пример того, как все у нас принято де-

лать, и насколько народ подкован в элементарных вопросах. Сегодня страна и правительство решают масштабную проблему — сбережения энергоресурсов. Одно из предложений — заменить все лампочки на энергосберегающие (в основном зарубежного производства). Эта лампочка должна прийти в каждую квартиру, но при этом не все знают, что она тоже ртутная!

Энергосберегающая лампа работает так же, как обычная люминесцентная: там есть два электрода, а стенки колбы изнутри покрывает люминофор, который, собственно, и определяет интенсивность, цвет и другие потребительские свойства лампы. Пары ртути — проводник между электродами и люминофором. При производстве ламп ртутью наполняют уже покрытую люминофором колбу, поэтому количество ртути в каждом конкретном экземпляре зависит от ее назначения, качества исполнения и стабильности работы дозирующего устройства.

В обычной лампочке дневного света (ЛБ-80), согласно нормативно-технической документации, содержится от 20 до 70 мг ртути. Это только в одной колбе лампы, а в энергосберегающей лампочке может быть несколько (от двух до четырех) таких колб. Автор этих строк пытался выяснить, указано ли количество ртути в документах на поставку ламп. Ответа у продавца в магазине не нашли, и реальную цифру знает только производитель. Между тем в лаборатории в вытяжном шкафу удалось кое-что измерить с помощью специализированного прибора для замера ртутного фона воздушной среды АГП-01. Результат ошеломил участников эксперимента: одна разбитая колба энергосберегающей лампы дает фон в 60 раз выше, чем обычная лампа ЛБ-80 отечественного производства! Спрашивается, если такая лампочка, состоящая из трех колб, разобьется дома, то какую дозу токсичного металла получат его обитатели?

Коль скоро мы за много лет так и не научились как следует обращаться со своими ртутьсодержащими лампами дневного света, а также термометрами, игнитронами (прибор, который применяют в качестве ртутного вентилля в выпрямительных устройствах, электроприводах, электросварочных устройствах — он содержит от 0,3 г до 10 кг ртути), переключателями, батарейками и прочим, то зачем сознательно вводить в каждый дом очень опасный прибор, содержащий ртуть?

Допустим, разъяснительная работа сотворила чудо и



## МИФЫ НАШЕГО ВРЕМЕНИ

жители России понесли на утилизацию все ртутьсодержащие предметы. Но это, увы, ничего не даст, поскольку у нас в России нет единой отработанной и принятой в обязательном порядке технологии утилизации ртутьсодержащих отходов. Если речь идет об организациях, у которых много таких отходов, то они как-то выходят из положения, заключая договора со специализированными перерабатывающими фирмами, которых, к слову, становится все меньше и меньше. И платят за это немалые деньги. А население?

Схема сбора у частных лиц совершенно не налажена. По идее в экстренных случаях надо вызывать службу МЧС — у них обязательно должно быть подразделение демеркуризации. Есть и коммерческие фирмы, принимающие и утилизирующие ртуть, но вряд ли найдется много частных лиц, готовых заплатить за это свои деньги.

Если же речь идет не об экстренной ситуации, а о плановой сдаче лампочек на утилизацию, то этим должны заниматься ДЭЗы, поскольку они заключают договор со специализированным предприятием (в Москве, согласно недавнему распоряжению мэра, это обязательно). Но пока все это существует только на бумаге. Расследование показало, что в Москве ДЭЗы лампочки принимать не отказываются, но реально не принимают. А с градусниками вообще никто возится не хочет (для МЧС же это очевидно слишком мелкая задача).

Электрики, меняющие лампы (ЛБ) в подъездах, еще как-то собирают перегоревшие, а никто из жильцов в ДЭЗ ничего не несет! Это и понятно: жильцы не знают, что это надо делать, и не привыкли. Почти в каждом мусорном баке, на свалке и просто во дворе можно обнаружить люминесцентные лампы, выброшенные неразумными

### Случаи из практики,

#### Произошедшие на предприятии по утилизации ртутных отходов ЗАО «Меркурий» (Великий Новгород)

Внучок Яшка, сосредоточенно сопя, доставал старой кистью ртуть из консервной банки и мазал входную дверь в деревенском доме своей бабушки: будет знать, старая, как не давать денег на мороженое. До этого юный школьник «обработал» калитку забора и тропинку к дому. Ртуть он извлек из круглой штучки блестящего цвета, что принес со свалки соседский мальчик. Это был промышленный игнитрон, не утилизированный должным образом. Бабушка Аня — пенсионерка, жила одна и с радостью принимала у себя внучка Яшку, городского жителя, на каникулах... Прибывшим по вызову специалистам пришлось изрядно потрудиться.

Глава молодой семьи сидел за столом, обедал. На нем были изрядно помятые и кое-где порванные шапка и пальто. Рассеянно закусывая капустой и килькой из открытых баночек, он не обращал никакого внимания на окружавших его людей. Рядом стояла жена в домашних туфлях и халатике, с грудным ребенком на руках, и плакала. На стуле сидела девочка лет шести и пыталась кушать то, что сумела достать ручонками со стола. Среди крошек хлеба, пролитого супа и остатков каш блестели, как брусника на кочке, рассыпавшиеся капельки ртути. Так молодой хозяин навел «порядок» в семейных отношениях.

Валдайский родник поил чистой ключевой водой целый поселок. К нему ежедневно ходило не одно поколение жителей. Вода была вкусной, давала мало накипи и была хороша для самовара. Но однажды пришли к нему школьники и насыпали в воду ртуть — любовались, как красиво блестят шарики на песчаном дне родничка под солнечным светом!.. Прибывшие специалисты собрали более 20 мешков зараженного грунта.

Месьте отвергнутого любовника была ужасной. Раздобыв «чекушку» (0,25 л) ртути, он принес в кармане брюк эту массу металла — она весила почти пять килограммов! — и, уходя из квартиры отвергнувшей его женщины, разлил по жилым помещениям и лестничной площадке двухэтажного дома. Все жильцы вынуждены были покинуть этот дом на два месяца для обеззараживания.

<b>Бытовые отходы с ртутью Приборы</b>	<b>Содержание ртути, % массы</b>
Лампы люминесцентные ртутные низкого давления	менее 0,15
Лампы люминесцентные ртутные высокого давления	0,01-0,03
Ртутьсодержащие приборы школьных, учебных и научно-исследовательских лабораторий	
Термометры лабораторные и технические	15-20
Термометры ртутные электроконтактные и терморегуляторы	7—10 %
Ртутно-кварцевые лампы высокого давления	0,1—0,5
Ртутно-кварцевые лампы сверхвысокого давления	0,1—0,5
Ртутьсодержащие приборы медицинского назначения (например, для измерения артериального давления)	10
Термометры медицинские	15-20
Выключатели и переключатели ртутные	до 50

пользователями. Вероятно, и энергосберегающая лампочка попадет туда же.

Напомню, что ртуть — это соединение первого класса опасности. Предельно допустимая концентрация (ПДК) ртути в воздухе жилых помещений, детских домах, школах, больницах не должна превышать 0,0003 мг/м<sup>3</sup>. Дело в том, что ртуть обладает очень высокой миграционной способностью, то есть проникает во все компоненты природной среды, и она токсична для всех живых организмов, включая человека. Ртуть способна участвовать в круговороте веществ в природе и накапливаться в биоценозах (см. подверстку), что дает грустные последствия даже при воздействии относительно небольших концентраций ртути.

Опаснее всего пары металлической ртути, которые выделяются с открытых поверхностей тем быстрее, чем выше температура воздуха. Именно они попадают в воздух, когда вы разбиваете какой-то прибор или энергосберегающую лампу. Те мельчайшие капельки ртути, которые вы не увидели и не собрали, тут же поглощаются и впитываются всеми окружающими поверхностями. После этого они продолжают «парить» еще очень долго. Пары не имеют ни цвета, ни запаха, ни вкуса и не оказывают немедленного раздражающего действия. Но после вдыхания пары ртути попадают в кровь и, циркулируя в ней, соединяются с белками, блокируя их сульфгидрильные группы. Признаки хронической интоксикации (длительный контакт с парами в концентрациях порядка сотых долей мг/м<sup>3</sup>) развиваются медленно и долгое время могут протекать без явно выраженных симптомов. Со временем появляются головная боль, вялость, раздражительность, снижается работоспособность, развивается мелкий тремор пальцев вытянутой руки.

Если энергосберегающие лампы будут бесконтрольно выбрасывать в помойку (а не сдавать на специальные предприятия), то их начинка, попадая в окружающую среду, будет создавать все время возрастающий ртутный

фон. Поэтому государственную программу по замене лампочек можно вводить только после того, как будет налажен сбор и складирование всех ртутьсодержащих отходов и их дальнейшая обязательная утилизация. Надо построить специализированные производства по переработке в каждой области. Детей уже в школах следует учить, как правильно обращаться с опасными отходами. Нужно постоянно контролировать ртутный фон в жилом секторе, а для этого разработать всю необходимую нормативно-техническую документацию. Работы так много, что не очень понятно, за какие сроки ее удастся выполнить.

Пока в России существуют два основных способа утилизации ртутьсодержащих отходов — «мокрый» и «сухой». При «сухом» способе отходы с ртутью разрушают механически, нагревают в изолированном объеме и улавливают пары ртути сорбентами. Потом их перерабатывают на специальных предприятиях. При «мокром» способе отходы заливают водным составом-демеркуризатором и механически перемешивают. Ртуть переходит в комплексное малотоксичное соединение, после чего все захоранивают на специальных полигонах. Оба способа имеют свои особенности и тонкости. Единой технологии, принятой за базовую, в стране нет, в том числе и по утилизации новых энергосберегающих ламп. Вообще, надо отметить, что это дорогостоящее дело по плечу только мощным финансовым структурам и государству.

Поэтому я совершенно уверен: не надо торопиться бежать в магазин за дешевой чудо-лампочкой. Еще неизвестно, выиграем ли мы на экономии электроэнергии или потеряем здоровье. Страна не готова к массовому бытовому потреблению энергосберегающих ламп.

Небрежное обращение с соединениями ртути ведет к ужасным последствиям. Всемирно известный пример — «болезнь Минамата», массовые отравления ртутью в 50-х годах XX века в районе города Минамата и в префектуре Ниагата (Япония). Химические заводы по производству ацетальдегида и винилхлорида сбрасывали в морской залив органические ртутные соединения (метилртуть). Метилртуть, в отличие от металлической, хо-

рошо усваивается через систему пищеварения. В результате ртуть накопилась в промысловых видах морских животных. У местного населения, постоянно употреблявшего в пищу рыбу и морепродукты, возникли симптомы серьезного поражения нервной системы: сужалось поле зрения, немели руки и ноги, походка становилась шаткой, а речь — невнятной. Согласно официальным данным, общее число пострадавших в результате ртут-

ного отравления превысило 2100 человек, более 700 из которых скончались.

Исследования подтвердили, что, проходя по цепи «фитопланктон — зоопланктон — мелкая рыба — крупная рыба», концентрация ртути может увеличиваться в 10—100 тысяч раз. Люди, которые подолгу или в больших количествах едят рыбу с высокой концентрацией ртутных соединений, могут заболеть «болезнью Минамата».

При поддержке Российской академии наук, Правительства Москвы и  
Федерального агентства по информационным технологиям

Двадцать первая ежегодная выставка  
информационных и коммуникационных технологий

26 - 29  
ОКТАБРЯ  
2010

# SoftTool



www.softtool.ru  
регистрация специалистов



ИНФОРМАЦИОННОГО  
ОБЩЕСТВА  
ТЕХНОЛОГИИ

Третья ежегодная выставка

## ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

Национальный форум

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО, ЭЛЕКТРОННОЕ  
ГОСУДАРСТВО, ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО



ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ»

Технологии управления • Технологии безопасности • Свободное ПО • Документооборот • Технологии образования



Организатор  
(495)624-7072  
www.softtool.ru



МОСКВА • ВВЦ • ПАВИЛЬОН 69

## ЧЕРНАЯ ДЫРА ДЛЯ МИКРОВОЛН

Создано устройство, полностью поглощающее упавшее на него микроволновое излучение.

«New Journal of Physics», doi: 10.1088/1367-2630/12/6/063006

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

**Ч**ерная дыра поглощает все — и вещество, и излучение. Микроволновая черная дыра, созданная китайскими учеными из Юго-Восточного университета в Нанкине во главе с Цян Чэном, вещество не поглощает, зато не позволяет покинуть ее микроволновому излучению.

Эта дыра представляет собой метаматериал — вещество с отрицательным коэффициентом преломления. Напомним, что самая известная идея, связанная с использованием таких материалов, — плащ или ковер-невидимка, а самая полезная — линза с бесконечно большим фокусным расстоянием. Шестидесят слоёв метаматериала ученые намотали друг на друга и получили цилиндр, упав на который, микроволна словно запутывается и не может вылететь наружу. Вместо этого она на 99% превращается в тепло.

«Мы надеемся, что это устройство можно будет использовать как излучатель тепла или для сбора энергии. А в будущем хотим создать то же самое для видимого света», — говорят ученые.

## МАРСИАНСКАЯ ЖИЗНЬ В КАНАДЕ

Очень соленая вода и метан — вот что нужно для жизни в холодном мире.

Lyle Whyte, <http://nrs-micro.mcgill.ca/whyte/>

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

**Е**сть на Земле место, очень напоминающее Марс. Это источник Лост-Хаммер на крайнем северном канадском острове Акселя Хейберга. Температура воды в источнике — 50°C ниже нуля, однако она не замерзает: этому мешает высокое содержание соли. В такой воде нет растворенного кислорода, зато встречаются пузырьки метана. Задавшись вопросом, а может ли там быть жизнь, ученые из монреальского Университета Мак-Гилла во главе с доктором Лайлом Уайтом нашли в водах источника бактерии, которые дышат метаном.

«На Марсе тоже есть незамерзающие сверхсоленые воды, есть метан, есть районы, где температура воздуха поднимется выше нуля. Значит, в таких местах может быть жизнь, подобная найденной в источнике Лост-Хаммер», — говорит доктор Уайт.

## ПЕРЕСАДКА КОРАЛЛОВ

Поврежденные и даже умершие коралловые рифы можно возродить без особого труда.

«Restoration Ecology», 2010, doi: 10.1111/J.1526-100X.2010.00664.x

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

**К**ораллы страдают от катастроф как вызванных человеком, так и природных. Например, шторм часто обламывает веточки исчезающего шестилучевого коралла *Acropora palmata*. Но оказывается, эти обломки можно использовать для возрождения целого рифа! Это продемонстрировали биологи во главе с доктором Грэхемом Форрестером из университета Род-Айленда.

Вместе с группой добровольцев они собирали на морском дне веточки коралла и высаживали их на погибшем коралловом рифе в районе Белой бухты Британских Вирджинских островов. Спустя три месяца веточки прочно приросли к новому месту обитания, а за четыре года каждая из них образовала полноценный взрослый коралл. По мнению Форрестера, такой способ восстановления рифов очень прост и не требует финансирования: посадки вполне можно поручить туристам-подводникам, которым в общем-то особо и нечем заняться на морском дне. Главное — обучить их и других добровольцев, желающих внести вклад в дело поддержания окружающей среды.



## МИКРОСКОП В ЭНДОСКОПЕ

Впервые создана головка для эндоскопа, способная давать изображение с разрешением 10 мкм на точку.

Michael Scholles, michael.scholles@ipms.

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

**Ч**тобы узнать, что за нарост на стенке желудка — уж не раковая ли это опухоль, врач должен взять пробу ткани, а затем изучить ее под микроскопом. Операция не безболезненная, да и времени отнимает много. Облегчить задачу врачам взялись ученые из Фраунгоферовского института фотонных микросистем во главе с доктором Михаэлем Шоллсом. Они сделали головку эндоскопа диаметром всего лишь в восемь миллиметров, которая способна дать изображение с разрешением 10 микрон.

Работает система так. Луч лазера проходит по световоду и попадает на микроскопическое зеркальце. Зеркальце направляет свет на интересующий участок, затем датчик ловит отраженный луч и записывает информацию в память. А зеркальце изменяет угол наклона и освещает уже соседний участок. Из многих точек складывается изображение.

В основе системы лежит технология создания микроэлектромеханических устройств. Она приспособлена для массового производства, поэтому ученые надеются, что в ближайшем будущем все эндоскопы будут оснащены такими головками. Вероятно, они найдут применение не только в медицине: изучать внутренности нужно и у трубопроводов, и у двигателей, и у многих других технических устройств.



## МУТАНТЫ НА ПОТОКЕ

Трансгенных крыс станут получать из генетически измененных половых клеток, выращенных в культуре.

«Nature Methods», 2010, № 6.

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

**Т**рансгенная мышь — типичный обитатель медицинских и биологических лабораторий во всем мире. Возможно, скоро мутантная крыса станет не менее привычной. Во всяком случае, ученые из Юго-Западного медицинского центра Техасского университета во главе с доктором Кентом Хамрой придумали методику, которая позволила им быстро получить 35 линий крыс с мутациями в генах, которые связаны с диабетом, раком, болезнью Альцгеймера, абберациями циркадного ритма, психическими расстройствами, а также в некоторых других. Основа методики — выращивание стволовых клеток-предшественников сперматозоидов, не допуская их превращения в специализированные клетки. Благодаря этому проверять, успешно ли изменен ген, можно в культуре клеток, а не на животном, что гораздо дешевле и гуманнее. Удачные клетки помещают в семенники стерилизованного самца крысы, и он дает трансгенное потомство, которое становится основой искомой линии подопытных животных.

Как знать, может быть, этот метод пригодится в будущем, когда биологи всерьез займутся проектами ретрогенетики, то есть возрождением исчезнувших видов животных за счет модификации геномов их ныне живущих родственников.

## ХЛОПОК ПРЕВРАЩАЕТСЯ...

*Футболку можно превратить в композит из углеволокна и нанотрубок карбида бора.*

«Advanced Materials», 2010, т. 22, doi: 10.1002/adma.200903071

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

Согласно теории, нанотрубки из карбида бора должны быть очень прочными, поэтому материаловеды надеются использовать их как наполнитель для композиционных материалов. Однако эти нанотрубки слипаются еще при изготовлении, и равномерно распределить их по полимерной матрице нелегко. Ученые из Университета Северной Каролины (США), Технологического университета Чжецзян (КНР) и цюрихской Высшей технологической школы во главе с доктором Ли Сяодоном решили задачу оригинальным способом. Они взяли лоскут хлопчатобумажной футболки, вымочили его в растворе нитрата натрия и аморфного порошка бора, затем сожгли лоскут в печи без доступа кислорода — и получили углеткань с нанотрубками нитрида бора. Никель в этой операции играл роль катализатора: в вершине каждой нанотрубки находился кусочек бориды никеля. Поскольку нанотрубки, подобно шубе, одели поверхность каждой нитки, слипнуться им шанса не выпало.

Последующие измерения показали, что нанотрубки вышли превосходными: они хорошо гнулись под нагрузкой, а по прочности лишь слегка уступали массивному карбиду бора. Правда, когда лоскут залили эпоксидкой и стали ломать получившийся лист, свойства получились невыдающиеся: прочность выросла всего на 55%, причем сравнение проводили с листом чистой эпоксидки. А ведь помимо нанотрубок в новом композите были еще и весьма прочные углениги, которые и могли обеспечить большую часть упругости. Зато углекарбидборная ткань отлично защищала от ультрафиолета, чего нельзя сказать про обычную футболку.

## РИСОВАЯ КЛАДКА

*Китайцы клали стены на растворе из известки и рисового супа.*

«Accounts of Chemical Research», 2010, т. 43, № 6

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

Наши предки стены клали на известково-яичном растворе, и стены эти до сих пор необычайно крепки. А в Китае рисовый отвар придавал особую прочность древним стенам: им не страшны не только землетрясения, но и бульдозерный нож. К такому выводу пришли доктор Чжан Бинцзян и его коллеги из Чжецзянского университета в Гуанчжоу. А все дело в том, что в древней кладке они нашли полисахарид амилопектин, который содержится в злаках. Поскольку основной злак Китая — это рис, исследователи и решили, что строители замешивали известку на клейком рисовом отваре. Амилопектин в нем играл дополнительную роль — он не давал расти кристаллам карбоната кальция, и кладка сохраняла однородность на микроуровне.

Догадку проверили, воссоздав древнюю технологию, — и действительно, кладка получилась гораздо прочнее. Теперь этот рецепт может пригодиться во время реставрационных работ.

Впрочем, у находки может быть и другое применение. Некоторые скептики считают, что крепости в Китае, в частности Великую Китайскую стену, строили лишь после маньчжурского завоевания в XVII веке. Растительные остатки в кладке — отличная возможность применить радиоуглеродный метод для независимой датировки древних сооружений.

## НЕАНДЕРТАЛЬЦЫ В БРИТАНИИ

*Холод не стал препятствием для перехода неандертальцев через Па-де-Кале.*

Francis Wenban-Smith, ffws@soton.ac.uk Francis Wenban-Smith, ffws@soton.ac.uk

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

Двести тысяч лет назад, когда наступил предыдущий ледниковый период, древние люди покинули Великобританию, перейдя море посуху: при похолодании воды становится меньше и остров с материком соединяет перешеек. Возможно, они бы и вернулись туда, когда потеплело, но, увы, при отступлении ледника и перешеек исчез. Считается, что уже в новый ледниковый период на остров перебрались неандертальцы, и было это 60 тысяч лет тому назад. Свежие данные опровергли эту точку зрения: доктор Френсис Уенбан-Смит, проводя раскопки в районе Кента на грант Дорожного управления, нашел два неандертальских инструмента возрастом 100 тысяч лет. Напомним, что 110 тысяч лет назад начался наш ледниковый период.

«Вероятно, неандертальцы давно присматривались к видимым с французского берега британским долинам, где паслись тучные стада мамонтов, носорогов и оленей, и, как только море отступило в начале последнего оледенения, воспользовались выпавшим шансом. Трудно представить, как они здесь жили: ведь у неандертальцев не было ни домов, ни пещер. Наверное, первопроходцы адаптировались к холоду и научились создавать запасы на зиму», — рассуждает доктор Уенбан-Смит. Теперь у британских антропологов появилась новая задача: найти другие следы неандертальцев и выяснить, как далеко они сумели пройти в глубь Британии.

## КАМЕРА ДЛЯ АВАТАРЫ

*Создана видеокамера, способная создавать трехмерные изображения с точностью до десяти микрон.*

«Fondazione Bruno Kessler», <http://www.fbk.eu>

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

Чтобы создать трехмерное изображение, нужно знать, на каком расстоянии от наблюдателя находится та или иная точка. Обладая этой информацией, компьютер может придать объем двумерному изображению, основанному на измерении цвета и яркости составляющих его точек. Эту идею воплотили в своем устройстве итальянские инженеры из исследовательского центра «Фондационе Бруно Кесслера» в Тренто. Они оснастили обычную цифровую камеру импульсным высокочастотным лазером и микродатчиком отраженного сигнала. Лазер светит на объект, и по задержке отраженного сигнала система рассчитывает расстояние до него. Поскольку микродатчик сделан по стандартной технологии изготовления микросхем, цена его при массовом производстве будет невелика.

Считается, что такого рода камеры помогут уберечь пожилых людей от травм, видимо, анализируя препятствия и сообщая о них, а любителям компьютерных игр даст новые возможности: управлять аватарой (то есть воплощением в переводе с санскрита) на экране удастся не с помощью сложных устройств, а естественными движениями тела. Да и в музеях она пригодится, чтобы диктофон рассказывал о том предмете, на который указал посетитель.



Выпуск подготовил кандидат физико-математических наук **С.М. Комаров**



# Одна из трех норм

## Е. Клещенко

Теперь не говорят «гомосексуализм». Корректнее употреблять термин «гомосексуальность» — не преступление и не патология, а вариант нормы, наряду с гетеросексуальностью и бисексуальностью. Такова официальная позиция современной медицинской науки. С ней можно соглашаться или не соглашаться, но принять ее к сведению необходимо.

15 июня 2010 года в Москве прошло очередное научное кафе, организованное журналом «Химия и жизнь» при поддержке фонда «Династия». На научных кафе встречаются журналисты и ученые, чтобы вместе разобрать ту или иную волнующую общество проблему. Темой этого кафе как раз и была гомосексуальность. Собрать ученых для такого разговора оказалось нелегко: этой темой в России серьезно занимаются немногие, и даже те, кто занимается, почему-то неохотно идут на контакт с журналистами. Все три участника беседы знакомы нашим постоянным читателям: доктор исторических наук М.Л.Бутовская, знаменитый сексолог, доктор философских наук И.С.Кон и заведующий отделом клинической психологии НЦ психологического здоровья РАМН С.Н.Ениколопов.

## Грех или преступление

Раннехристианское европейское общество, однозначно определяя содомию и лесбийскую любовь как грех, не вносило этот грех в перечень уголовных преступлений: виновных наказывали длительным покаянием, отлучением от причастия. (Хотя бывали исключения, например в поздней Римской империи или в эпоху инквизиции кара могла быть суровой, вплоть до кастрации или смертной казни.) По мнению историка Жана Флори, именно за грех мужеложства назначалось церковное покаяние Ричарду Львиное Сердце, причем дважды, в 1191 и 1195 году. Не все исследователи согласны, что король-рыцарь в самом деле был бисексуалом, но сам факт, что подобные вещи случались в то время и среди рыцарей, и среди монахов, сомнению не подлежит.

Ко второй половине XIII века ситуация меняется: в большинстве европейских стран содомия наказывается смертной казнью. Не везде и не всегда эти законы соблюдались одинаково жестко, например периодом большей терпимости было Возрождение. Тем не менее гомосексуальность в Европе была уже не только грехом, но и преступлением.

Мужеложство существовало и в допетровской Руси, и церковью также не одобрялось. Однако государство не обращало особого внимания на эту проблему до 1706 года. В воинском уставе Петра I, скопированном с немецкого образца, впервые назначаются наказания за «это» (естественно, только для военных). И только в 1832 году Николай I вводит в уголовное законодательство Российской империи параграф 995, карающий за мужеложство ссылкой в Сибирь до пяти лет. К этому времени во Франции, Бельгии, Люксембурге и Нидерландах аналогичные статьи были отменены благодаря

*Верховный бог греков и римлян был бисексуален. Ганимеда он вознес на Олимп и сделал виночерпием богов, в то время как смертные любовницы Зевса оставались в земном мире, и ни поэты, ни их слушатели не видели в этом ничего «неправильного».*  
(Гравюра с картины Вильгельма Бётнера, 1790–1800 годы.)



## ДИСКУССИИ

знаменитому «кодексу Наполеона», гарантировавшему гражданские свободы. Конечно, о равенстве гомосексуалов с гетеросексуалами речь не шла: первых считали развратниками или больными, которых нужно лечить.

Принято считать, что и в России параграф 995 применялся редко. Но лишь на рубеже XIX и XX веков зашла речь об отмене уголовного преследования гомосексуализма. За это выступал известный юрист Владимир Набоков, отец писателя. Тем не менее параграф 995 продолжал действовать до 1917 года.

В Советской России гомосексуализм поначалу не был уголовным преступлением. Соответствующая статья появилась в советском уголовном праве лишь в 1934 году: из психического заболевания гомосексуальность опять стала преступной буржуазной развратностью. Статья 121 пережила и оттепель, и застой. Первая ее часть (то есть именно та, где говорилось про наказание за добровольные действия двух совершеннолетних людей) была исключена из УК РСФСР 3 июня 1993 года. Заметим для ясности, что насилие, принуждение и развратные действия с несовершеннолетними у нас по-прежнему остаются преступлениями, независимо от пола жертвы.

В Германии, Великобритании гомосексуалистов также продолжали преследовать и в XX веке. Наказание за сексуальные действия между лицами мужского пола были отменены в ГДР — в 1968 году, в объединенной Германии — в 1994 году. В Великобритании гомосексуализм оставался уголовным преступлением до 1967 года, что стало причиной смерти Алана Тьюринга. Знаменитый математик, логик и криптограф (помните — машина Тьюринга, тест Тьюринга?) в 1952 году был уличен в гомосексуализме, и после судебного процесса ему предложили выбор: два года тюрьмы или «химическая кастрация» — инъекции женского гормона эстрогена. Обвиняемый выбрал второе — и в 1954 году умер от отравления цианидом, которым пропитал яблоко. (Согласно легенде, о самоубийстве Тьюринга напоминает эмблема фирмы «Макинтош».) В 2009 году премьер-министр Великобритании Гордон Браун публично извинился за эту трагическую историю.

К новому тысячелетию отношение европейского мира к проблеме гомосексуальности претерпело резкие изменения (о причинах пойдет речь дальше). В 2008 году была принята Декларация ООН о сексуальной ориентации и гендерной принадлежности, которую подписали 66 из 192 стран-членов. В их число, однако, пока еще не вошли США, Россия и Украина. С другой стороны, по состоянию на декабрь 2008 года примерно в 80 странах мира гомосексуализм преследовался законом. В Иране, Афганистане, Саудовской Аравии наказанием по-прежнему служит смертная казнь.

В первое десятилетие нового века многие страны разрешили однополые браки, «гражданские союзы» либо «домашние партнерства» (то есть союзы с несколько меньшим набором прав для партнеров, чем в разнополом браке). В 2009

году церковь Швеции стала венчать однополые пары. В том же году две российские активистки гей-движения заключили брак в Канаде и заявили, что станут бороться за его признание на родине. Совсем недавно, в июне этого года, законы об однополых браках вступили в силу в Португалии и Исландии. Понятно, что не всех такой прогресс приводит в восторг.

## Виноваты ли гены?

Основной аргумент борцов с гомосексуализмом — «это противоестественно». Если противоестественно называть то, что не встречается в природе, то аргумент не работает. В гомосексуальных отношениях замечены более четырехсот видов животных, в том числе ближайшие наши родственники. У карликовых шимпанзе бонобо известен и мужской, и женский гомосексуализм. Во многих человеческих первобытных племенах, в том числе и современных, мужчины могут вступать между собой в связи, и никто их за это не осуждает. А в некоторых племенах «сексуальные действия между лицами мужского пола» прямо обязательны — это часть обряда инициации. (Подробнее обо всем этом см. следующую статью.)

Но во-первых, не все, что встречается в природе, хорошо. Многие виды животных практикуют инфантицид — убийство детенышей. С эволюционной точки зрения это объяснимо (когда лев убивает детенышей львицы от другого самца, ему «выгоднее», чтобы львица носила его детенышей, а не заботилась о чужих), но причинение вреда ребенку в цивилизованном обществе было и остается преступлением. А кроме того, не очень понятно, зачем нужна гомосексуальность даже с точки зрения эволюции — ведь она снижает вероятность появления потомства, какая уж тут приспособленность? Может быть, это болезнь, нарушение правильной работы организма, подобно диабету, дальтонизму или повышенной агрессивности?

Дальтонику, хотя он и равноправный член общества, нельзя позволять водить машину. Диабетику необходимы инъекции инсулина. Желательно лечить и гиперагрессивного человека, если же он не совладает со своей агрессией, то будет отвечать по закону. А как насчет гомосексуальности? Следует ли ее лечить и, кстати, возможно ли это?

Сегодня у ученых нет единого мнения по поводу биологических механизмов развития гомосексуальности, а в арсенале врачей нет метода «переделки» геев в натуралов, эффективность которого была бы доказана. Попытки предпринимались разнообразные, от гормональной терапии и лоботомии до психоанализа и аутоотренинга, однако результаты не впечатляли. Так откуда берутся гомосексуалы?

Генетика и в самом деле играет здесь важную роль. В некоторых семьях гомосексуалы встречаются чаще, особенно по женской линии. Теперь стало понятней почему: в 1993 году американский генетик Дин Хеймер с коллегами нашел в X-хромосоме, в участке Hq28, маркер, присутствие которого как будто бы коррелирует с мужским гомосексуализмом; осталось разобраться, что за гены в этом участке и какова их функция. Однако, как это часто бывает, некоторые из последующих работ поставили под сомнение результаты Хеймера, не подтвердив корреляции.

Классический метод, с помощью которого оценивают влияние генов на развитие того или иного признака, — изучение близнецов. Когда генетически идентичные близнецы совпадают по некому признаку чаще, чем родные братья или сестры, — например, оба страдают от одной и той же болезни или имеют близкое значение IQ — можно предположить, что причина в генах. Так вот, если один из близнецов — гомосексуал, другой близнец будет гомосексуалом с большей



*И. С. Кон*

вероятностью, чем в парах неидентичных родных братьев. Это показали, в частности, исследования американцев Ричарда Бейли и Джона Пилларда (1995), Кеннета Кендлера (2000). С другой стороны, сам факт, что корреляция гораздо меньше 100% — один из близнецов может быть геем, другой натуралом, — подсказывает, что дело не только в генах.

## Меряемся пальцами

Логично предположить, что развитие сексуальности определяется действием половых гормонов. Каких-либо драматических отличий в гормональном уровне гомо- и гетеросексуалов обнаружено не было, за исключением того, что примерно у одной трети лесбиянок повышен уровень мужского гормона тестостерона. Но особенно важным оказалось воздействие тестостерона на плод, во время беременности. (Небольшие количества тестостерона вырабатываются у женщин и в норме, а избыток его наблюдается при некоторых заболеваниях.)

Эксперименты на животных показали, что повышенный тестостерон у матери изменяет половое поведение у потомства. Может быть, подобное происходило и с людьми-гомосексуалами? Но как узнать, что было не так с гормонами во внутриутробном периоде, когда исследуешь взрослого человека? Ответ подсказывает пальцевый индекс — соотношение длин указательного и безымянного пальцев (2D:4D, от англ. digit). Еще в XIX веке было известно, что у женщин это соотношение больше, чем у мужчин, то есть у женщин указательный палец чаще бывает равным безымянному или чуть длиннее, а у мужчин он чуть короче. Потом выяснилось, что, во-первых, это различие появляется уже у младенцев (то есть не зависит от внешних факторов), во-вторых, что на пальцевый индекс влияют гормональные нарушения. Было доказано, что «укорачивает» указательный палец и «удлинняет» безымянный повышенные уровни тестостерона у матери в период беременности. Важно и соотношение тестостерона и эстрогена, и особенности гормональных рецепторов у плода.

Просьба к читателям за линейку не хвататься. Во-первых, измерять пальцы надо с высокой точностью, специальными антропометрическими инструментами. Во-вторых, отличия проявляются только в больших выборках: у большинства мужчин и женщин это отношение близко к единице. Хотя бывают исключения. Помните полковника из рассказа Честертона «Молот Господень», убитого так жестоко, что опознать тело пришлось по рукам? «У него были очень изящные и весьма странные руки. Указательный и средний пальцы одинаковой длины». А убили полковника за чудовищное и омерзительное сластолюбие (гетеросексуальное). Писатель точен в деталях: видимо, гормональный статус персо-



*С. Н. Ениколопов*

нажа был далеко за пределами нормы.

Как и следовало ожидать, у лесбиянок пальцевый индекс смещен в «мужскую» сторону. А вот у гомосексуалов и бисексуалов все сложнее: индекс смещен не к женской норме, а к супермужской — безымянные пальцы у них еще длиннее, чем у гетеросексуальных мужчин. Причем у бисексуалов смещение сильнее — они не занимают промежуточное положение между геями и натуралами, их пальцевый индекс говорит о гипертрофированной «мужественности». (Это установили, в частности, Джон Мэннинг и соавторы, исследуя жителей Ливерпуля.) Получается, что нетрадиционная ориентация может развиваться из-за чересчур мощного воздействия пренатального тестостерона. Впрочем, бывают геи и с отчетливо «женским» вариантом пальцевого индекса. И опять же: как быть с парами близнецов, один из которых гей, другой натурал? Ведь эмбриональное развитие у них протекало в одинаковых условиях. Значит, и этот фактор — не решающий.

Кстати о братьях: существует статистически обоснованное мнение, что вероятность стать геем для младших братьев заметно выше, чем для старших, и она тем больше, чем больше было старших братьев. (Это показал в 90-е годы американско-канадский сексолог Рэй Бланчард с коллегами.) Предполагают, что причиной может быть иммунная реакция организма матери на плод мужского пола. Прежде чем обижаться за «третьего сына» из сказок, следует вспомнить, что изначальная вероятность стать геем для большинства мужчин весьма мала, и она останется невысокой, даже если увеличится вдвое. К тому же, как водится, не все ученые приняли результаты Бланчарда.

Гомосексуалов от натуралов отличает также строение мозга, в частности развитие ядер гипоталамуса. Одно из промежуточных ядер гипоталамуса, INAH3, у мужчин больше, чем у женщин, однако у геев оно меньше, чем у гетеросексуальных мужчин. Это показали сразу несколько групп ученых в середине 1980 — начале 1990-х годов, и некоторые даже считают, что этот признак может служить надежным критерием гомосексуальности. Кроме того, среди геев и лесбиянок больше леворуких, чем среди гетеросексуалов, а это также связано с асимметрией полушарий мозга.

Все потенциально значимые отличия, найденные между гомо- и гетеросексуалами, в популярной статье невозможно даже перечислить. Тут и реакция на феромоны человека, и различия в активности миндалина при сексуальном возбуждении, и даже особенности отпечатков пальцев. Так или иначе, в формирование гомосексуальности вовлечено множество генов и внешних факторов, и сопутствует ей множество признаков. И надо сознаться честно: современная наука не умеет ни лечить гомосексуализм, ни предотвращать его.

А надо ли предотвращать?



## ДИСКУССИИ

### Больше не болезнь

В середине прошлого века общественное мнение было уверено в порочности гомосексуалистов. Всем было ясно, что люди это не просто развращенные, но и сумасшедшие, и от рождения преступные. Однако на самом деле «порочность» гомосексуалов была явным результатом обратной связи. Объявите преступниками всех, кто собирает марки, начните сажать их в лагеря и сумасшедшие дома, и через десять лет филателисты превратятся в криминальное сообщество.

Общественное мнение начало меняться после знаменитых «отчетов Кинси». Альфред Кинси, зоолог по образованию, опубликовал две монографии о половом поведении мужчин и женщин (1948, 1953), основанные на результатах анкетирования американцев. Эти результаты принесли Кинси мгновенную скандальную славу (писатель-сатирик Мартти Ларни даже вывел его в романе «Четвертый позвонок» под именем доктора Альберта Хинсея, автора бестселлеров о сексе по-американски) — и долговременную научную известность. Они опрокинули представления о том, что целомудрие и гетеросексуальность суть норма, а все остальное — не более чем случайные отклонения. Мало того что половина американцев и четверть американок хотя бы однажды были неверны в браке — около 46% опрошенных мужчин хотя бы однажды испытывали влечение к своему полу, и 37% имели хотя бы один гомосексуальный контакт.

Эти данные породили до сих пор существующий миф, дескать, «каждый третий американец — гей». Конечно, это неверно: как заметил на научном кафе Сергей Николаевич Ениколопов, люди могут вступать в гомосексуальную связь по таким же разнообразным мотивам, как и в гетеросексуальную, и далеко не всегда потому, что им хочется именно этого. Даже если исключить принуждение, останутся любопытство, желание кому-то что-то доказать, одиночество, страх обидеть отказом... «Преимущественно гомосексуальными» (Кинси исходил из предположения, что гомо- и гетеросексуалы не разделены резкой границей и гомосексуальность имеет степени проявления) оказалось около 10% мужчин и считанные проценты женщин, что сопоставимо с современными данными. Но тогда впечатление было шоковое: неназываемая непристойность вдруг стала частью повседневной жизни.

Что это не так страшно, показала американский психолог Эвелин Хукер. (Аналогичные работы чуть позднее были выполнены и в других странах.) Один из ее студентов признался, что он гей, и предложил исследовать его и его друзей — благополучных гомосексуалов, тех, кто не в тюрьме и не в психиатрической клинике. Результаты Хукер, которые она представила в 1956 году Американской психологической ассоциации, удивили многих. Влечение к лицам своего пола было у гомосексуалов единственным «патологическим симптомом». И встал вопрос ребром: а болезнь ли это вообще? Может быть, и не надо ее лечить, даже если бы мы знали как?

В 1973 году в США гомосексуальность была исключена из перечня психических болезней. В 1993 году Всемирная организация здравоохранения внесла в Международную класси-



## ДИСКУССИИ

фикацию болезней примечание о том, что «сама по себе сексуальная ориентация не рассматривается как расстройство». Россия официально приняла эту классификацию, но реальная позиция российских врачей остается противоречивой. Слишком еще недавно все было совершенно иначе.

Рассказывает С.Н.Ениколопов: «Много лет назад, в начале 70-х, в Институте прокуратуры была дискуссия об отмене 121-й статьи, к тому моменту практически не работающей. Сторонники отмены указывали, что останется статья об изнасиловании, которая не должна иметь пола, статьи о растлении несовершеннолетних, об использовании служебного положения, а за исключением этих случаев два взрослых человека могут сами выбирать, как им себя вести. Тогда на сцену поднялся известный профессор и сказал: “Да вы с ума сошли! Если эту статью отменить, все мужчины этим займутся!”»

Смех смехом, и все-таки: какова роль социальных факторов? Вдруг и вправду все этим займутся, если перестать запрещать?

### Модно ли быть геем?

Как сказал И.С.Кон, отвечая на вопросы журналистов, примерно 96,6% людей — гетеросексуалы. Естественно, от выборки к выборке это значение может варьировать. Но в любом случае геев и лесби не так много, чтобы повлиять на судьбы цивилизаций. В связи с «вымиранием человечества» скорее надо бы беспокоиться о гетеросексуальных бездетных парах — их, по оценкам специалистов, во все времена было 15–20% от всей популяции репродуктивного возраста, и о снижении рождаемости по социальным причинам. С другой

стороны, в масштабах большого города и три-четыре процента — немало, а, например, в Сан-Франциско их, по последним данным, 15,4%...

Многих (в том числе и не оголтелых гомофобов, а простых граждан) беспокоит, что они «получили слишком много воли». Может ли гей быть, например, учителем? Должны ли мы терпеть все эти парады, рассуждения о том, что они избранные, особо одаренные, молодежную моду на гомосексуальность — весь этот слеш и яой? (Слеш — разновидность фанфикшен, то есть любительского произведения, написанного «по мотивам» известного романа или фильма; слеш содержит описания гомосексуальных связей между персонажами, которые в оригинале были гетеросексуалами. Яой, от японск. яманаси отинаси иминаси — «кульминации нет, концовки нет, смысла нет» — жанр манги и аниме, изображающий гомосексуальные отношения между мужчинами. Аудитория яоя — девушки и женщины, как правило, гетеросексуальные. — Е.К.)

По мнению Игоря Семеновича Кона, не стоит бояться гомосексуального лобби и их победы над натуралами во всем мире. «“Голубые” мужчины и женщины всегда будут чем-то отличаться от других и благодаря этому вносить свой вклад в человеческую культуру, но геевское движение никогда не станет монолитной социальной силой», — пишет он в книге «Лунный свет на заре. Лики и маски однополой любви» («АСТ — Олимп, М.», 2003). Слишком уж они разные, и единственное, что заставляет их объединиться, — стигматизация, неприятие со стороны общества. Кстати, отсюда следует, что активное и пугающее гей-движение в немалой степени сформировано гомофобией. Почему-то никто не опасается, что ведущие посты в правительстве займут филателисты...

Мнение о необыкновенной одаренности геев и лесби не в последнюю очередь связано с тем, что их всегда привлекали «свободные профессии», где к ним относились терпимее. С другой стороны, знаменитому артисту или музыканту публично признать нетрадиционную ориентацию проще, чем потомственному заводчанину. Так и создается впечатление, что «все они наверху». А вот что достоверно показано психологическими исследованиями: даже в толерантной Голландии гомосексуалы гораздо чаще, чем натуралы, страдают депрессиями, чаще совершают самоубийства. Наш мир приспособлен для большинства, и в этом смысле быть не таким, как все, бесспорно, плохо.

*Марина Львовна Бутовская — доктор исторических наук, профессор, заведующая сектором кросскультурной психологии и этологии человека Института этнологии и антропологии имени Н.Н.Миклухо-Маклая РАН — провела несколько сезонов полевых исследований среди охотников-собираателей хадза в Танзании, выяснив, в том числе, что и это племя относится к мужскому гомосексуализму совершенно спокойно. Мы задали Марине Львовне несколько вопросов.*

**Есть мнение, что гомосексуальность способствует падению цивилизаций. По вашим наблюдениям, связано ли как-то терпимое отношение к гомосексуализму с благополучием социума?**

Нет, никак не связаны. Если гомосексуализм в русле этой культуры легитимизирован, то это не говорит о том, что культура разрушается или нестабильна. Может существовать стабильная культура с легитимизацией этого явления, и нестабильная, в которой оно запрещено. Скорее, запрет чаще встречается в жестких, иерархически стратифицированных культурах. В более эгалитарных культурах к

этому относятся более либерально, и соответственно он чаще проявляется.

**Могут ли социальные факторы сделать гомосексуалом — не бисексуалом, а именно склонным выбрать свой пол — без биологических предпосылок?**

Сейчас много говорят о том, что люди якобы становятся гомосексуалами под влиянием моды. Скорее всего, такие люди относятся к категории потенциальных бисексуалов. Человека интересовали женщины, но под воздействием моды он стал считать допустимой для себя нормой также интерес к мужчинам. Мне представляется, что устойчивые гетеро-



*М.Л.Бутовская*

сексуалы, если и пойдут на это, то только, что называется, под дулом пистолета. Роль принуждения могут играть в том числе эмоциональные причины. Если человек страдает от одиночества и кто-то предлагает ему такие отношения — он закрывает глаза на то, что ему неприятна эта практика, коль скоро тот человек дает ему теплоту, надежду и ласку.



# Московский Дом Книги

## СЕТЬ МАГАЗИНОВ



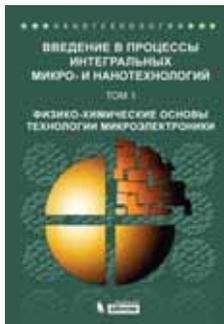
КНИГИ

**К.С.Сычев, А.А.Курганов**  
Практическое руководство  
по жидкостной хроматографии  
М.: Техносфера, 2010



**К**нига написана как практическое руководство, основная задача которого — поэтапный тренинг начинающего специалиста в жидкостной хроматографии, а также в аналитической и физической химии в целом. Автор надеется, что руководство поможет специалисту с любым уровнем подготовки стать квалифицированным аналитиком и исследователем, способным разрабатывать методики высокой сложности

**Ю.Д.Чистяков, Ю.П.Райнова;**  
под общ. ред. Ю.Н.Коркишко  
Введение в процессы интегральных  
микро- и нанотехнологий  
(в двух томах)  
М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010



**В**книге изложены физико-химические основы микроэлектроники. Дана классификация технологических процессов, сформулированы критерии, определяющие характер их протекания и качество изделий. Особое внимание уделено процессам эпитаксии, получения тонких пленок, сварки и пайки, механической обработки, очистки поверхности материалов, а также легирования, модифицирования и фотолитографии. Рассмотрено влияние электрических полей и излучений на некоторые из этих процессов. Материал очень большой, поэтому книга разделена на два тома, при этом каждый том может быть интересен сам по себе.

**Татьяна Табак,  
Наталья Полетаева,  
Йорг Циприк**  
Вся правда о продуктах  
М.: Аркаим, 2010



**С**овременная цивилизация создала технологии, с помощью которых можно быстро приготовить недорогие, вкусные и вместе с тем опасные для нашего здоровья продукты и блюда. Многие из них содержат искусственные пищевые добавки, большое количество сахара, соли, жиров. Добавим к этому гриль, фритюр или копчение... Какие продукты можно считать полезными, а какие — вредными? От каких блюд в ресторане и кафе стоит отказаться, а каким отдать предпочтение? Книга дает рекомендации как правильно питаться, чтобы сохранить здоровье на долгие годы, и предлагает рецепты полезных и вкусных блюд.

**Александр Марков**  
Рождение сложности.  
Эволюционная биология сегодня.  
Неожиданные открытия  
и новые вопросы  
М.: Астрель, Corpus, 2010.



**К**ак зародилась и по каким законам развивалась жизнь на нашей планете? Что привело к формированию многоклеточных организмов? Как возникают и чем обусловлены мутации, изменяющие формы жизни? Социологические исследования показывают, что в поисках ответов на эти важнейшие вопросы сегодня люди все реже обращаются к научным данным, предпочитая довольствоваться поверхностными и зачастую неверными объяснениями, которые предлагают телевидение и желтая пресса. Книга доктора биологических наук, известного палеонтолога и популяризатора науки Александра Маркова — попытка преодолеть барьер взаимного непонимания между серьезными исследователями и широким читателем. «Рождение сложности» — это захватывающий рассказ о том, что происходит сегодня на переднем крае биологической науки, и в то же время серьезная попытка обобщить и систематизировать знания, накопленные человечеством в этой области.

**А.Мюнстер**  
Химическая термодинамика  
М.: URSS, 201



**А**втор книги — директор Института теоретической физической химии при университете во Франкфурте-на-Майне. Он достаточно кратко, но вместе с тем четко и доступно излагает основы химической термодинамики. Теоретические рассуждения сопровождаются многочисленными примерами (часто в виде схематических диаграмм), что облегчает понимание и способствует приобретению навыков применения термодинамических знаний. Книга будет интересна специалистам в области химической термодинамики, может быть полезна также студентам и преподавателям химических вузов.

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



# Гомосексуализм в эволюционной перспективе

Доктор исторических наук, антрополог  
**М.Л.Бутовская**

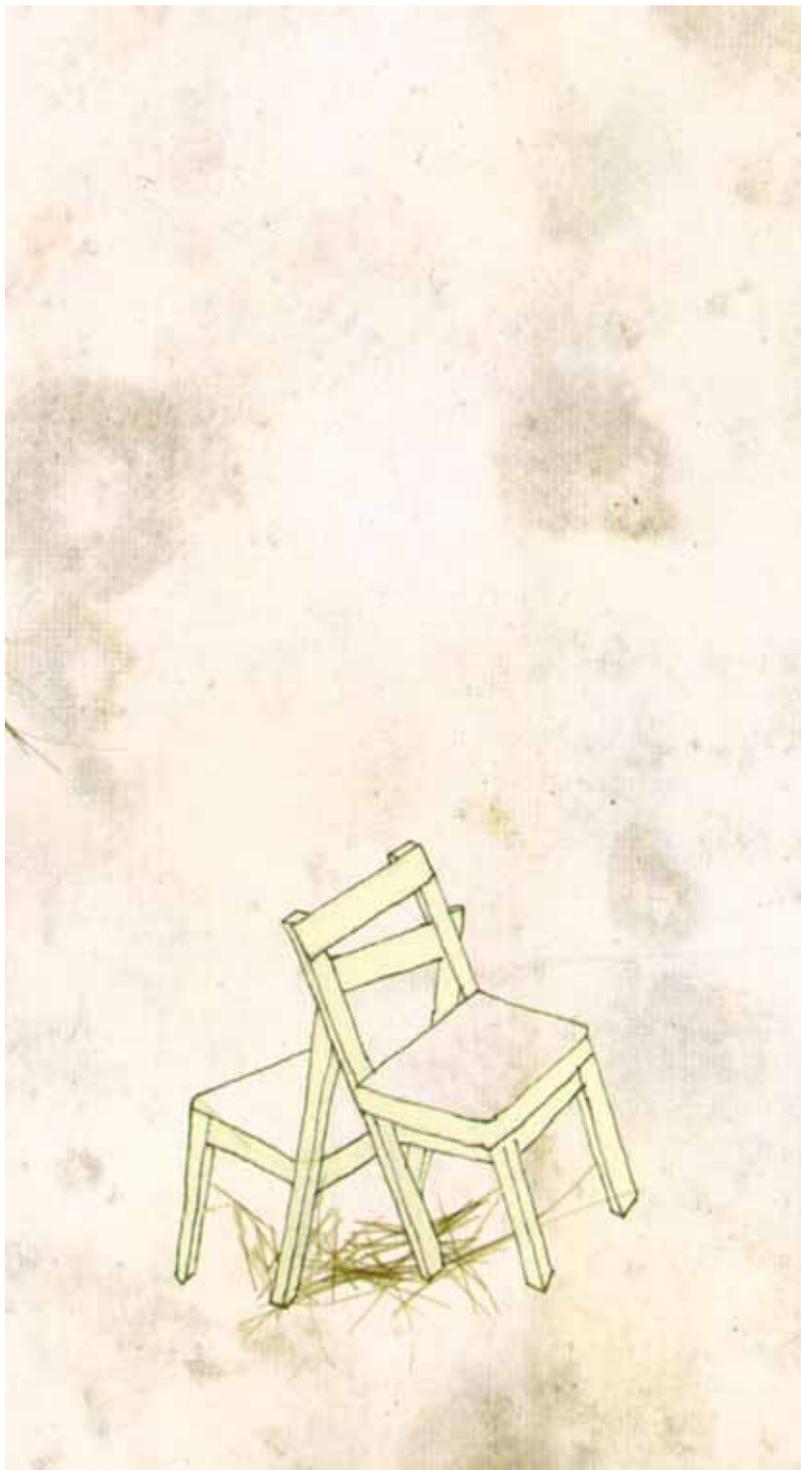
## Гомосексуализм как культурное явление

Эволюционная теория предполагает, что адаптивные признаки должны воспроизводиться более успешно, чем неадаптивные. Важным индикатором адаптивности признака является его положительное влияние на репродукцию и воспроизводство носителя. В поведении человека (и животных), однако, можно выделить целый ряд поведенческих характеристик, которые на первый взгляд не только не способствуют воспроизводству, но и просто препятствуют ему. Каким образом в эволюции могут возникать такие признаки и почему они продолжают сохраняться в популяции на протяжении тысячелетий? Один из таких признаков, в рамках традиционных эволюционных представлений, — гомосексуальная ориентация. Однако, как неоднократно указывалось в литературе, гомоз-

ротические отношения широко распространены в разных человеческих культурах и во многих случаях могут играть важную роль в успешном выживании индивида и группы в целом.

Хотя, по данным Гвен Брауде, информация о гомосексуальном поведении зарегистрирована лишь в 70 обществах из 186, детально описанных в Региональной выборке человеческих отношений (HRAF), это не означает, что в оставшихся обществах такое поведение отсутствует. Скорее всего, ему не придавали значения или исследователей не интересовала данная сторона жизни общества.

Термин «гомосексуализм» появился лишь в 1869 году и прозвучал в памфлете, написанном Карлом-Марией Кертбени. Этот немецкий ученый и писатель был в числе первых специалистов, заложивших основы научных представлений о сексуальной ориентации. В середине XIX века сексуальные контакты лиц одного пола считались преступлением в Пруссии и других странах Европы. Однако, как показывают этнографические и исторические данные, в некоторых культурах наличие гомосексуального опыта было практически обязательной состав-



меч. ред.), в отличие от современного западного индустриального общества, сексуальные удовольствия и брак у греков не были тесно взаимосвязаны. Однако в Древней Греции прослеживалась отчетливая связь сексуальности с доминированием. «Соревновательность и жесткое соперничество, характерные для любого мужского сообщества и особенно развитые у греков, распространялись и на телесный облик. Для греческого мужчины были важны не только физическая сила и социальные достижения, но и телесная красота, ценителями которой были опять-таки не женщины, а другие мужчины» (И.С.Кон, 2003). Внимание древнегреческой культуры к эстетике мужского тела не означает, что древние греки были красивы телом в реальной жизни и открыто демонстрировали свою наготу. По данным палеоантропологов, занимающихся раскопками древнего Пеллопонеса, большинство мужчин того времени были приземистыми и коротконогими.

Разумеется, греки не ходили голыми (публичная нагота допускалась лишь в банях и на спортивных соревнованиях). И.С.Кон пишет, что в этих случаях соблюдалась строгая гендерная сегрегация: в бани и на спортивные мероприятия женщины не допускали. Олимпийские игры были исключительно мужскими, а сами древнегреческие спортивные состязания ведут свое начало от древних мужских инициаций. Впрочем, одна из теорий происхождения спортивных соревнований выводит их «из древнего обычая, когда победа на состязаниях по борьбе или бегу была для юноши ритуализированным способом завоевать, привлечь к себе девушку, как это происходит у многих народов» (И.С.Кон, 2003). Возможно, в силу этих причин девственниц иногда допускали на мужские Олимпийские игры, тогда как замужним женщинам путь туда был закрыт.

О любви между женщинами в Древней Греции написано значительно меньше. Предполагается, что лесбийскую любовь воспевала Сафо в VI веке до н. э. Девушки превозносят красоту своих сверстниц в произведениях Алкмена, относящихся к VII веку до н. э. На греческих вазах также встречаются сюжеты женского гомосексуализма. Чаще всего о лесбийской любви говорится при упоминании проституток. В Древней Греции с I века н. э. для этого используется специальный термин «трибадия».

По сути, в Древней Греции «сексуальные объекты подразделялись не на мужчин и женщин, а на активных и пассивных, агрессивных и покорных» (Дэвид Хэлперин, 1986). Эротические связи между мужчинами возникали, как правило, в пределах одной социальной группы, и в идеале пары состояли из активного, более старшего, и пассивного, более молодого партнера. Оральный или анальный секс в таких парах не практиковался. Старший партнер просто помещал свой пенис между бедер младшего в положении стоя. Партнеры никогда не менялись ролями. Предполагалось, что удовольствие получит только активный партнер. С возрастом младший партнер мог прекратить сексуальное общение со старшим и вступить в брак с женщиной или стать активным партнером и найти себе юношу.

ляющей индивидуального опыта каждого члена группы.

Эротические отношения между мужчинами широко упоминаются в работах древнегреческих и римских философов. В «Пире» Платон обращается к философии любви и подробно останавливается на достоинствах разного типа любви. Федр упоминает об Ахилле, отомстившем за смерть своего любовника Патрокла. Юноша Алкивиад пытается соблазнить Сократа, устраивая с ним встречи наедине, занимаясь совместной борьбой в спортивном зале, приглашая на интимный ужин вдвоем. Холодность Сократа рассматривается в философской среде как восхитительный пример необычайной сдержанности. Сведениями о гомоэротических отношениях изобилуют древнегреческие драмы. В трагедии Еврипида Циклоп сообщает, что юноши для него более привлекательны, чем девушки. Сцены однополрой любви постоянно присутствуют на греческой керамике VI—V веков до н. э.

Как указывает Фрэнсис Мондимер (американский психиатр, автор книги «A Natural History of Homosexuality» — При-

Древние римляне переняли положительное отношение к гомосексуализму от древних греков. Однако гомосексуализм был гораздо более распространенным явлением на территории Европы и не ограничивался Грецией и Римской империей. У народов Средиземноморья — древних хеттов, шумеров, сирийцев, — а также в Южной Индии ритуальные гомосексуальные контакты были приняты в религиозных культурах. Половые акты мужчин с мужчинами, которые занимались храмовой проституцией, были частью культа, сопоставимой с жертвоприношением животных. Жрецами обычно становились евнухи или трансвеститы. Вступая в анальные контакты с такими жрецами, мужчины приносили храму деньги и свое семя. У древних кельтов описаны гомосексуальные обряды инициации, а также военные культы, ориентированные на гомосексуальную близость.

Хаммурапи, царь вавилонский, помимо женщин-наложниц, имел также и наложников-мужчин. А в шумерском эпосе повествуется о героической дружбе и гомозеротических контактах царя Гильгамеша и дикого человека Энкиду.

Самой терпимой к гомосексуализму страной в Азии была Япония. Мужской гомосексуализм здесь тесно связывался с самурайским культом мужества и верности. Японцы полагали, что гомосексуальные традиции были завезены в их страну из Китая в начале IX века, и считали их важным компонентом своего культурного наследия. В буддистских монастырях Японии сексуальные связи монахов и послушников носили практически открытый характер.

После падения Римской империи прослеживается постепенное изменение отношения общественности к гомосексуализму под давлением церкви. Еще в X—XI веках в монастырях Европы существовала гомосексуальная культура. Во второй половине XII века Ричард Львиное Сердце не скрывал своей любовной связи с Филиппом, королем Франции. Они провели вместе многие годы во время крестового похода в Палестину, и гомосексуальная ориентация никак не отразилась на их репутации. Однако уже в начале XVI века ситуация в Европе изменилась. Католическая церковь стала активно насаждать представление о гомосексуализме как о преступлении, караемом смертной казнью. Показательна в этом смысле трагическая судьба английского короля Эдуарда II, потерявшего из-за своей гомосексуальной ориентации не только престол, но и жизнь.

## Третий пол

В традиционных культурах зачастую присутствует третий пол, под которым понимают лиц с противоположной, по отношению к их реальному биологическому полу, гендерной идентичностью. Так, для индейцев Северной Америки достаточно типичным был феномен бердашества. Он зафиксирован у 113 индейских племен. Бердаши, будучи биологическими мужчинами, облачались в женские одежды и выполняли традиционные женские роли. Бердашами могли быть и женщины, взявшие на себя традиционные мужские роли. В обоих случаях половыми партнерами выступали лица одного с ними пола. Мужчины бердаши следили за домашним хозяйством, готовили пищу, изготавливали и чинили одежду, женщины — ходили на охоту наравне с мужчинами и делали оружие. Бердаши в подавляющем большинстве были гомосексуалистами, но в отдельных индейских обществах это правило могло и не соблюдаться. Кроме того, по прошествии некоторого времени бердаши могли отказаться от данной роли и вести себя в соответствии с нормами поведения представителей своего пола. Феномен бердашества был широко распространен в Америке вдоль всего восточного побережья: у ирокезов, зуни, пима, навахо, арапахо и мохаве. Он также описан для яки и запотеков Мексики и эскимосов Аляски. В некоторых индейских племенах бердаши занимали высокий статус и были весьма почитаемыми членами общества, в част-

ности играли роль шаманов и колдунов. Аналогичные бердашеству феномены были описаны Крашенинниковым (Степан Петрович Крашенинников (1711—1755) — знаменитый русский ботаник, этнограф, географ, исследователь Сибири и Камчатки, — *Примеч. ред.*) у камчадалов под именем мужчин-коекчучей.

И.С.Кон пишет, что институт бердашей распространен очень широко: он описан у народов Севера, Сибири и Дальнего Востока (например, у чукчей), его можно встретить также в Индонезии, Таиланде, Филиппинах, Камбодже, на Таити и в Африке. У некоторых народов Индонезии индивиды с измененной гендерной идентичностью, их здесь называют «вариа», могут занимать почетные посты шаманов, жрецов и почитаться святыми.

В Индии к третьему полу относят религиозное сообщество мужчин с удаленными яичками и пенисами. Таких мужчин называют «хиджры». Они носят женское платье, подражают женской походке, занимают места в транспорте на женской половине и вступают в половые контакты с мужчинами. Многие хиджры занимаются ритуальной проституцией.

В буддистском Таиланде не существует типичных для мусульманской культуры соседней Малайзии предубеждений против гомосексуализма (хотя власти периодически принимают слабые попытки наложить официальный запрет на практику гомосексуальных отношений). Традиционное тайское представление о поле основывается скорее на визуальных показателях маскулинности и фемининности, нежели на реальных проявлениях сексуального поведения. Представления о третьем поле уходят корнями в добуддийские мифы и тайские представления, связанные с понятием «катой». «Катой» означает промежуточный пол, или сочетание маскулинных и фемининных признаков, что в англоязычной литературе чаще всего переводится как «гермафродит» или «третий пол». В современном тайском обществе термин «катой» применяют к мужчинам, обладающим фемининными чертами внешности. С середины XX века в тайском словаре появилось понятие «гей». Однако геи обычно представляются как люди, соответствующие модели гендерной инверсии в рамках представлений о катой. Для тайцев гомосексуализм — это эмоциональное проявление катой, примером являются мужчины, ощущающие себя женщинами, или женщины, ощущающие себя мужчинами.

Исторически новым явлением для Таиланда стало появление женщин-лесбиянок, предпочитающих в качестве сексуальных партнеров исключительно маскулинных женщин. Женщины «ди» (от английского lady) не отличаются в гендерном плане от обычных женщин, их исключительность связана целиком и полностью с сексуальными предпочтениями. Если традиционная классификация «катой» прежде всего основывалась на гендерной идентичности, то в современных условиях все большее значение приобретает и другая составляющая — сексуальная идентичность.

## Гомосексуальные отношения как составляющая ритуалов инициации

Гомосексуальные взаимоотношения могут быть частью обрядов инициации. В ряде культур сексуальные отношения между мужчинами и мальчиками-подростками — часть процесса социальной интеграции во внутриплеменные отношения. В одних племенах приняты анальные гомосексуальные контакты, в других — оральные. Гомосексуализм является временной моделью поведения и связан с определенным этапом жизни мужчины.

Гомосексуализм как часть ритуалов инициации широко распространен у народов Меланезии и Новой Гвинеи. Один из примеров такого рода традиций детально описан Гилбертом Хердтом у одного из племен Новой Гвинеи, условно названного им «самбия». Как и в большинстве племен Новой Гвинеи, у



самбия существовал культ мужской силы, мужская агрессивность и воинственность считались особой добродетелью, а статус женщины в обществе был низким. По традиционным представлениям, контакты сыновей с матерями мешали их развитию и препятствовали достижению зрелости. Чтобы мальчик стал мужчиной, ему необходимо было пройти обряды инициации. С этой целью его забирали у матери в возрасте восьми лет, и далее он воспитывался в обществе мужчин в мужском доме. По традициям самбия мальчик не мог созреть и стать мужчиной, если ему не будет передано путем гомосексуальных контактов мужское семя. Чтобы мальчик созрел и у него развились вторичные половые признаки и настоящее мужское поведение (мужественность, агрессивность, охотничье мастерство), в течение нескольких лет ему должно было передаваться семя взрослого мужчины оральным путем. После вступления в брак молодой мужчина мог еще несколько месяцев иметь контакты с партнерами мужского пола в доме «холостяков».

Примерно 5% взрослых мужчин самбия, по данным Хердта, откровенно предпочитают гомосексуальные контакты и мало интересуются женщинами. Таким образом, хотя в этом обществе гомосексуальные контакты вплетены в контекст ритуалов инициации, гомосексуализм в этой культуре может являться особой формой сексуальности.

Мальчик из племени эторо должен иметь старшего сексуального партнера (им преимущественно оказывается жених его старшей сестры). Сексуальные связи продолжаются, пока мальчик не станет взрослым. После этого молодой мужчина сам становится партнером допубертатного мальчика. В меланезийском племени маринд-аним мальчиков забирают из материнского дома в мужские дома в возрасте 12—13 лет. Там он чаще всего становится сексуальным партнером своего дяди по материнской линии. Отношения продолжаются около семи лет, пока мальчик не превратится в молодого мужчину.

Традиции орального секса описаны для самбия, эторо, баруйя, чечаи и куксов Новой Гвинеи. У обитателей Восточного берега Новой Гвинеи, калули, гомосексуальные контакты осуществляются анальным путем.

Помимо институализированных гомосексуальных отношений в рамках ритуалов инициации, в ряде культур наблюдаются гомосексуальные контакты между мальчиками-подростками, которые можно рассматривать как следствие жесткой половой сегрегации, предписанной культурой. Именно таковы социокультурные основы гомосексуальных контактов у подростков янамами (Бразилия), араукана (Чили, Аргентина), бороро (Бразилия). Гомоэротический оттенок прослеживается в дружбе молодых мужчин майя. В некоторых регионах, например у нанди (Кения) и акан (Гана), гомоэротические отношения считаются допустимыми между женщинами, причем такие контакты могут продолжаться и после замужества.

## Эволюционные предпосылки гомосексуальности

Гомосексуальное поведение — явление отнюдь не сугубо человеческое. Оно широко распространено у животных в естественной среде обитания. Гомосексуальные отношения можно часто наблюдать в группах холостяков у павианов гамадрилов, при общении молодых самцов макак резусов и зеленых мартышек, карликовых шимпанзе. Самцы покрывают друг друга, делая садки, аналогичные тем, которые направляются на самку, касаются пениса и крупа партнера. Как пишет Франс де Ваал, карликовые шимпанзе часто применяют взаимные мастурбации, чтобы снять социальное напряжение или восстановить нарушенный мир после ссоры. Гомосексуальные отношения наблюдаются также и между самками у павианов, макак и карликовых шимпанзе. Если в первых двух случаях действия напоминают садки самцов на самку и доставляют

удовольствие преимущественно активной партнерше, то в случае с бонобо речь идет о взаимном трении гениталиями, явно доставляющим огромное удовольствие обеим участникам. Генитальные трения — важнейший элемент социальной жизни самок бонобо. Они способствуют снятию напряжения в моменты дележа пищи, снимают тревожность в ситуации социальной неопределенности, восстанавливают нарушенные конфликтом дружеские связи. Наконец, они помогают малознакомым самкам освоиться в новой группе, а это немаловажно, так как у бонобо самки по достижении половой зрелости переходят в другую группу.

Таким образом, гомосексуальное поведение входит в ряд видоспецифических форм поведения у многих видов обезьян и имеет в этом случае врожденную основу. Следует, однако, отметить, что в процессе эволюции приматов отдельные элементы их сексуального поведения были ритуализованы и стали использоваться вне контекста собственно сексуального поведения. Примерами могут быть ритуализованное подставление как проявление подчинения (типичный элемент сексуального поведения самки, сообщающей о готовности к непосредственным сексуальным контактам), покрывание как демонстрация доминирования (элемент сексуального поведения самца).

Гомосексуализм — явление исключительно сложное, его объяснение вряд ли укладывается в прокрустово ложе какой-либо одной модели.

Рассмотрим кратко основные эволюционные теории, объясняющие возникновение гомосексуализма в линии Ното. Одна из распространенных теорий была предложена Эдвардом Уилсоном (знаменитый социобиолог, лауреат Пулитцеровской премии, о его дискуссии с Ричардом Докинзом см. «Химию и жизнь», 2008, № 5 — *Примеч. ред.*) и строилась на концепции родственного отбора. По его мнению, гены гомосексуализма сохранялись и поддерживались в популяции потому, что люди с подобной ориентацией оказывали помощь и поддержку своим родственникам, в результате чего те могли оставить больше здорового и выжившего потомства. Гены гомосексуализма передавались последующим поколениям через родственников помощника. Теория Э. Уилсона не нашла прямых подтверждений и в настоящее время считается ошибочной.

Многие современные эволюционные психологи склонны полагать, что гомосексуальная ориентация не имеет адаптивной значимости, потому что такое поведение идет вразрез с потенциальным репродуктивным успехом. По их мнению, гомосексуализм представляет собой побочный продукт асимметрии мозга. Так, Эдвард Миллер склонен объяснять гомосексуальность как побочный продукт феминизации мозга, связанный с личностными качествами индивида (прежде всего, со склонностью к эмпатии), делающими мужчину более привлекательным для женщин и лучшим отцом. Сексуальная ориентация в этой теории выступает как полигенный признак, определяющийся действием многих генов. Часть этих генов смещает поведение мужчины в фемининном направлении. Хотя некоторая доля фемининности способствует репродуктивному успеху мужчин, однако вследствие обычной генети-



ческой изменчивости небольшой процент мужчин будет обладать слишком выраженными фемининными качествами. Теория Миллера представляет определенный интерес и предлагает один из вариантов объяснений эволюции гомосексуализма, однако предположения относительно линейной связи между развитием мозга, поведением, морфологией и гомосексуальностью не находят пока научного подтверждения.

Майкл Росс и Алан Уэллс недавно предложили новую версию эволюционного объяснения феномена гомосексуализма. Эти авторы обращают внимание на тот факт, что современное западное общество абсолютно не соответствует по своим экологическим условиям среде эволюционной адаптивности, в которой происходило формирование данного поведения. Росс и Уэллс считают гомосексуальное поведение «экзаптацией» гомосоциального поведения наших предков. Экзаптация не является прямым следствием естественного отбора, а представляет собой нейтральную поведенческую вариацию, которая со временем могла оказаться полезной и способной повысить приспособленность практикующих ее индивидов. Гомосоциальное поведение мужчин способствовало взаимной поддержке и кооперации, обеспечивало более надежный доступ к ресурсам и таким образом способствовало выживанию. Гомосексуальное поведение должно было усилить эффективность гомосексуальных связей.

Развивая данные идеи, Р. Крейг Киркпатрик и Фрэнк Мускарелла подчеркивают необходимость непосредственного анализа гомосексуального поведения, а не аморфного концепта гомосексуальности как таковой. Они приводят обзор исторических и этнографических данных, из которого становится очевидным, что бисексуальное поведение скорее норма для человека, чем исключение и патология. Многие люди, демонстрирующие откровенно гомосексуальное поведение, сами себя гомосексуалистами не считают.

Таким образом, напрашивается вывод, что гомосексуальное поведение в процессе эволюции человека постепенно приобретало адаптивную значимость, обеспечивая прочные альянсы между мужчинами и напрямую повышая вероятность их выживания. По мнению Киркпатрика, гомосексуальное поведение — итог индивидуального отбора на реципрокный альтруизм, дележ ресурсами и снижение межсамцово́й агрессии. Аналогично тому, что мы видим для многих видов приматов, подростки и молодые мужчины в сообществах гоминин могли занимать социально периферическое положение. В этой ситуации способность устанавливать прочные гомосексуальные отношения могла обеспечивать им надежные альянсы и напрямую способствовала выживанию. Прочные мужские альянсы обеспечивали благоприятные условия для продвижения по иерархической лестнице и в итоге — лучшие репродуктивные возможности.

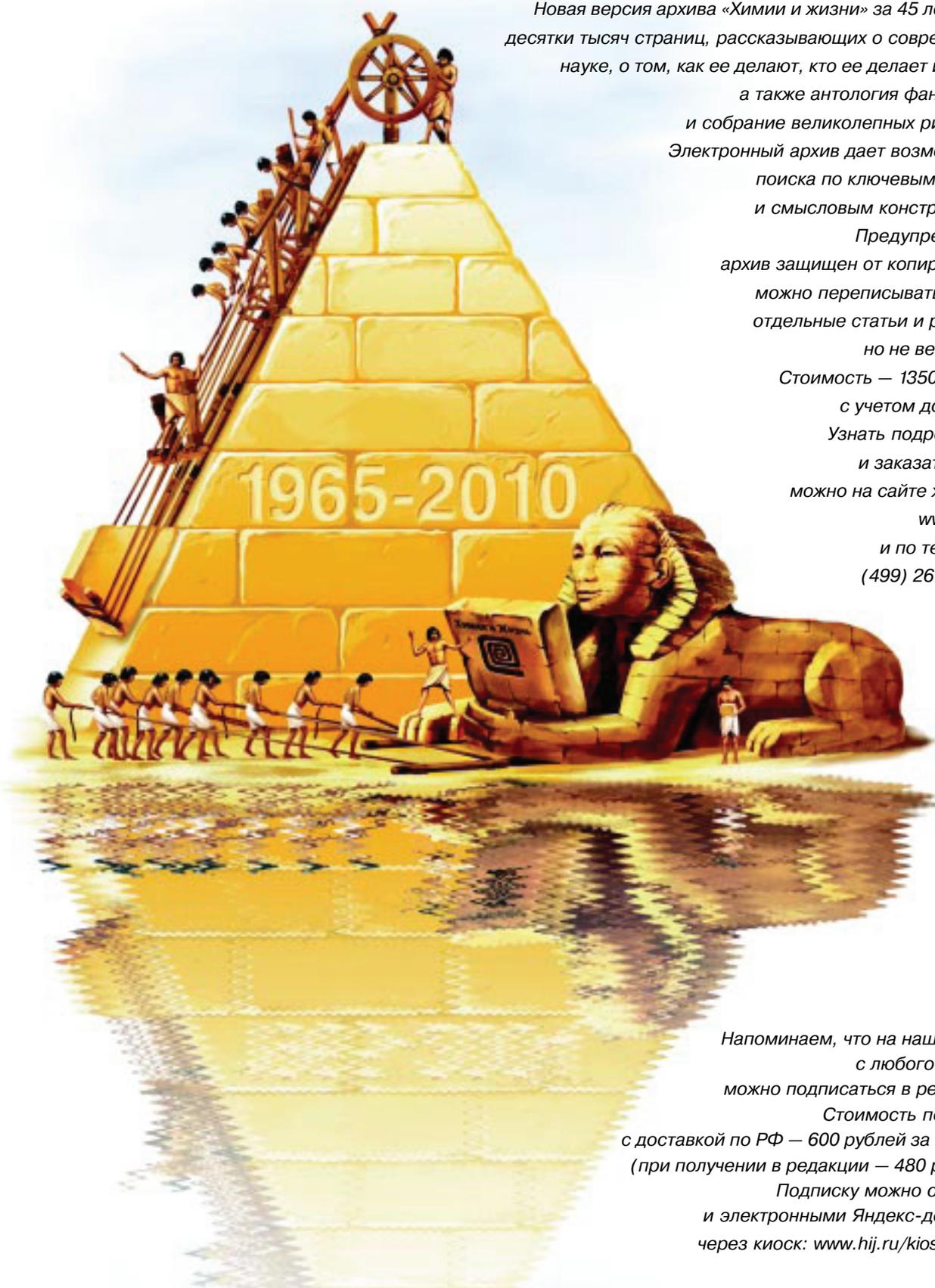
Теории Киркпатрика и Мускареллы вовсе не обсуждают сексуальные ориентации как таковые, а скорее обращают внимание на отбор, связанный с поведенческими реакциями. В рамках данных концепций предполагается, что склонность к такому гомосексуальному поведению имеет под собой генетическую базу и проявляется у разных индивидов в различной степени. Генетическая вариабельность обеспечи-

вает формирование определенной доли более фемининных в своем поведении и бисексуальных по своей ориентации самцов. Эти характеристики способствовали укреплению дружественных связей с представителями своего пола. Поведение таких феминизированных самцов было также более привлекательным для самок, поскольку оно коррелировало с пониженной агрессивностью и опасностью инфантицида и более эффективным отцовским поведением. В эволюции гоминин мог идти устойчивый отбор со стороны женщин в направлении все возрастающей фемининности, в результате чего стали отбираться аллели, связанные с гомосексуальными интересами. В популяции мог возникнуть и поддерживаться сбалансированный полиморфизм по аллелям бимодальной гомосексуальности.

Таким образом, по мнению целого ряда исследователей, в эволюции человека шел достаточно последовательный отбор на бисексуальность у мужчин. Если они правы, то почему же в современных человеческих популяциях доля мужчин бисексуалов невелика? К примеру, на сегодняшний день в США насчитывается примерно 0,8% мужчин с такого рода ориентацией, тогда как гетеросексуальных мужчин — преобладающее большинство — 96,6%. Возможно, современное преобладание гетеросексуального поведения у мужчин является следствием культурных ограничений. Этот парадокс вполне объясним на фоне другого противоречия: напомним, что, в соответствии с предсказаниями эволюционных психологов, мужчины предрасположены к промискуитетным отношениям, но на практике большинство современных мужчин практикуют моногамию и остаются верны своим женам. По всей видимости, в этом случае речь идет о влиянии мощных культурных ограничений, действующих вразрез с эволюционными предрасположенностями.

Современные исследования в области гомосексуального поведения и его нейроэндокринных основ заставляют предположить, что оно является продуктом эволюции. На протяжении длительного периода человеческой истории проявление некоторой бисексуальной ориентации было выгодным. Чистая гомосексуальная ориентация, отмечаемая у незначительного процента мужчин, представляет собой следствие генетического полиморфизма. Не исключено также, что нарастание частоты встречаемости мужчин с гомосексуальной ориентацией каким-то образом сопряжено с общим повышением плотности популяции и ограничением ресурсов питания (реальным и ожидаемым в ближайшей перспективе). Гомосексуальные стратегии могут иметь корреляции с потребностью в мужской кооперации (например, в условиях длительных, порой многолетних, военных походов — как это имело место в древней Греции, Спарте или Риме). Проявления гомосексуальности тесно связаны с социальными и культурными факторами, запрещающими или допускающими подобную практику в конкретном обществе.





Новая версия архива «Химии и жизни» за 45 лет — это 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](http://www.hij.ru)

и по телефону (499) 267-54-18.

Напоминаем, что на наш журнал с любого номера можно подписаться в редакции. Стоимость подписки с доставкой по РФ — 600 рублей за полгода (при получении в редакции — 480 рублей).

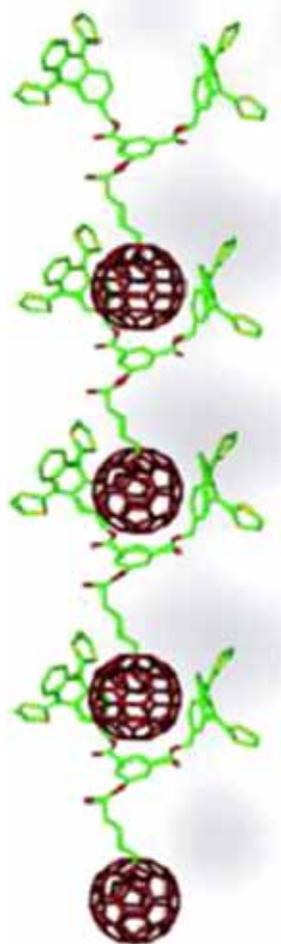
Подписку можно оплатить и электронными Яндекс-деньгами через киоск: [www.hij.ru/kiosk.shtml](http://www.hij.ru/kiosk.shtml).

Подписаться можно также на любой почте: каталоги «Роспечать», индексы 72231 и 72232; «АРЗИ» (Пресса России), индексы 88763 и 88764; «МАП» (Почта России), индексы 99644 и 99645. Кроме того, обращайтесь в агентства «Урал-пресс», [uralpress.ur.ru](http://uralpress.ur.ru), «Вся пресса», (495) 906-07-35; «Артос-Гал», (495) 981-03-24 и другие.

# Черный жемчуг для наноожерелья

Доктор химических наук  
**М.Ю. Корнилов**

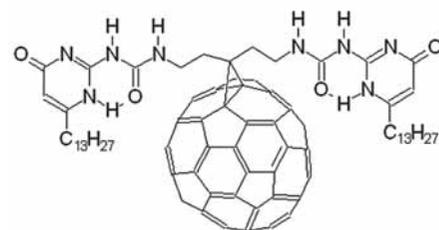
**Ф**уллерены, эти крошечные футбольные мячики в масштабе  $1:10^7$ , напоминают жемчужины и обладают уникальными электрическими свойствами. Сейчас пойдет речь о том, как этот углеродный жемчуг удалось встроить в этакое наноожерелье, чтобы носило его крохотное устройство, применяемое в новейшей наноэлектронике. Но как, может спросить осведомленный читатель, эти жемчужины нанизать на шнурок, если хорошо известно, что у молекулы фуллерена нет ни одного отверстия и она необычайно прочна, да и каким должен быть шнурок? Тем не менее Назарио Мартину из Мадридского университета пришлось в голову связать фуллерены с полимерным «шнурком» с помощью крошечных «пинцетиков», которыми он снабдил макромолекулу, создав условия образования так называемого супрамолекулярного полимера (термин «супрамолекулярная химия» ввел лауреат Нобелевской премии Жан-Мари Лен еще в 1978 году, см. «Химию и жизнь», 2005, № 9, с. 12). Каждый «пинцетик» состоит из циклов, способных «обнять» молекулы фуллеренов и прочно удерживать их вдоль шнурка. Происходит это в результате молекулярного узнавания и самоорганизации, на которых основаны все супрамолекулярные процессы, причем самоорганизация, как полагают, лежит также в основе синтеза из осколков графита в плазме самого фуллерена. Пинцетики устроены так, что хватают только молекулы фуллерена  $C_{60}$  и ничего более. Результат узнавания на молекулярном уровне подобен совмещению замка с ключом от него. Таким образом, фуллерены оказываются закрепленными не жестко, а более или менее свободно и могут болтаться в объятиях напипинцетов.



Ожерелье из фуллереновых жемчужин способно проводить электрический ток, что делает его намного полезнее простого украшения из разряда нанобижутерии, а у ювелиров теперь есть еще один ранее не использованный способ изготовления ожерелий (в отличие от макроювелирных изделий «жемчужины» не закреплены в лапках жестко).

Но можно их и закрепить, а именно, как показал тот же автор, соединить фуллерен с полимерным шнурком ковалентными связями. Готовится мономер, в котором одним из заместителей служит раненый фуллерен, то есть такой, у которого вместо одной из двойных связей (между дву-

мя шестичленными кольцами) построено циклопропановое кольцо, обеспечивающее ковалентную связь с остальной частью мономерной структуры.

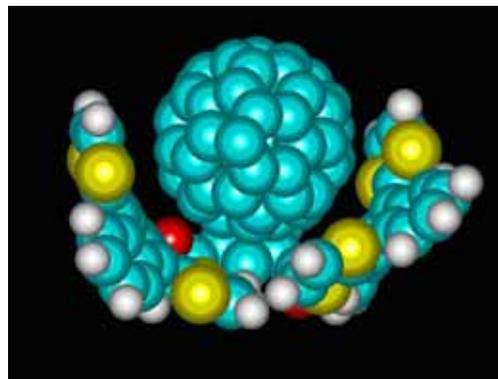


Далее мономер стандартным путем полимеризуют, и в результате фуллереновые заместители оказываются встроенными в цепочку. Полимеры с такими углеродными жемчужинами также обладают проводимостью.

Любознательный читатель может в деталях ознакомиться с творением Назарио Мартина в его статье, напечатанной в «Angewandte Chemie Int. Ed.» за 2008 год, с. 1094—1097, и заглянуть на его сайт <http://www.ucm.es/info/fullerene/2009.html>

А вот компьютерное моделирование захвата фуллерена пинцетом. Это собранная на основании литературных данных и оптимизированная в течение ночи супрамолекулярная структура фуллерена-гостя в объятиях пинцета-хозяина. Белые атомы — водород, красные — кислород, желтые — сера, остальные — углерод.

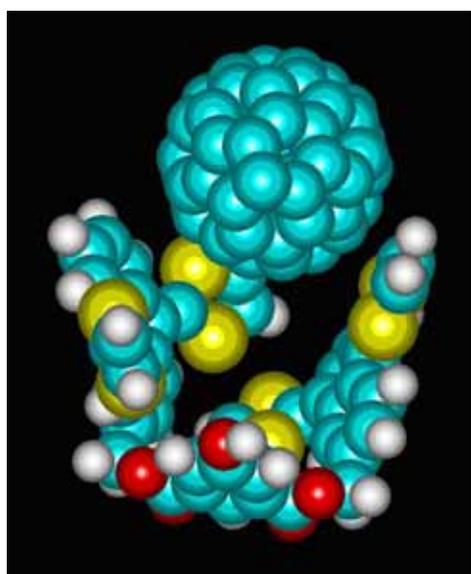
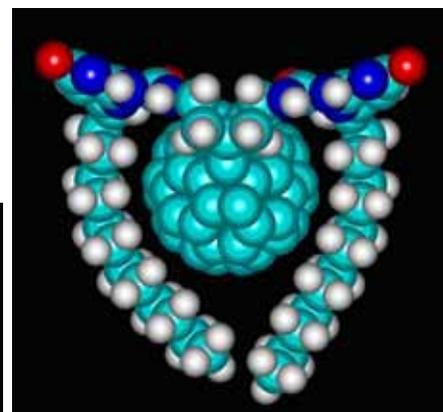
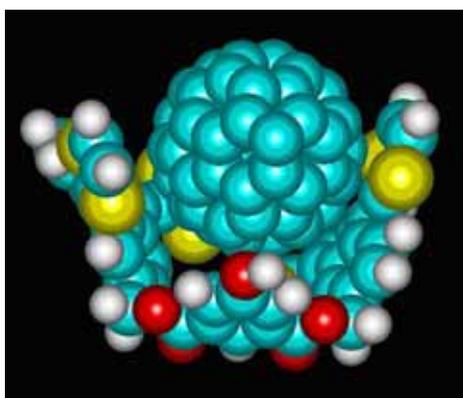
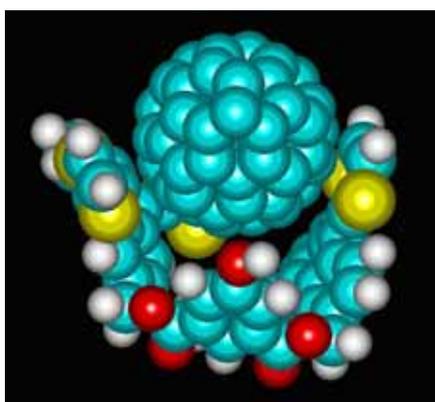
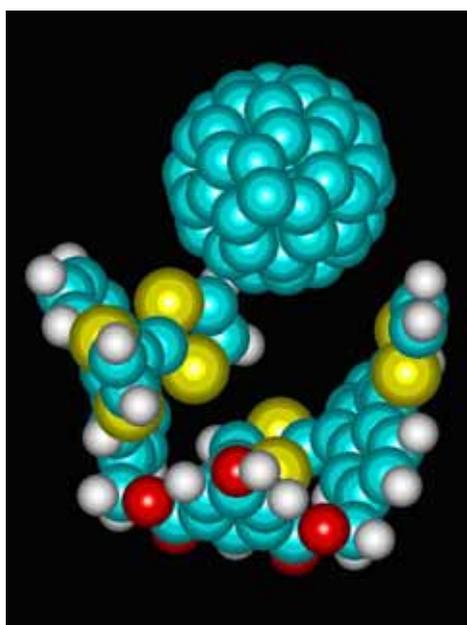
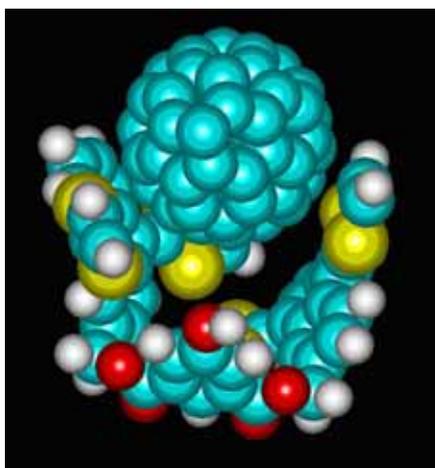
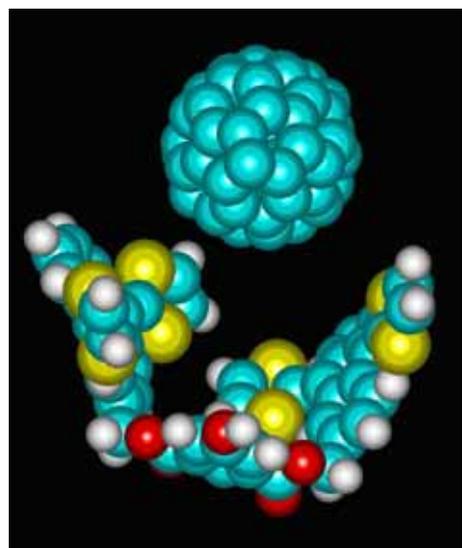
Вот как происходит захват фуллерена пинцетом:



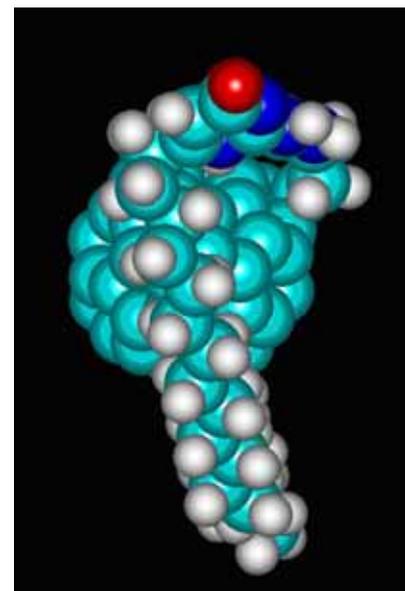
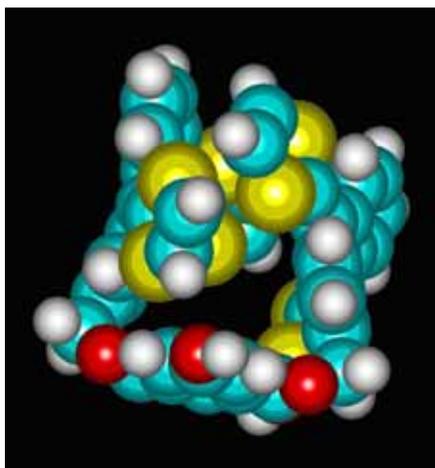


## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

А вот ортогональные проекции мономеров с ковалентно связанным фуллереном. Видно, что алкильные цепочки нежно обвивают центральное ядро, а не торчат в разные стороны. Значит, и здесь налицо признаки супрамолекулярного взаимодействия. Возможно, именно поэтому автор выбрал алкил  $C_{13}H_{27}$ .



Если фуллерен удалить, то пинцет складывается:



Я задал оптимизацию геометрии и, не прикасаясь к клавиатуре и мыши, наблюдал процесс, который длился полторы минуты.



# Темная личность



Кандидат биологических наук  
**Н.Л.Резник**

*Зарубежные ученые умеют заставить говорить о своих работах. Отчасти потому, что лихо формулируют выводы. «Осьминог — это личность!» — кто же останется равнодушным, услышав такое заявление? И вот рассказы об эксперименте, интервью с экспериментаторами и фотографии осьминога украшают страницы журналов и Интернета. Но когда проходит первый восторг, оказывается, что ничего принципиально нового исследователи не выяснили.*

## Быть личностью

Итак, личность ли осьминог? Этим вопросом задалась биолог Рената Пронк из Высшей школы охраны окружающей среды (Университет Маккуори, Сидней, Австралия) и вместе с коллегами взялась выяснить этот вопрос. Подчеркивая важность исследования, Пронк объяснила, что осьминоги отделились от эволюционной ветви, ведущей к позвоночным, миллионы лет назад, так что если у них есть личностные черты, то они, возможно, присущи всем животным.

Особенности личности проявляются в том, что разные особи в сходных ситуациях ведут себя по-разному. Например, осьминогам свойственно хватать крабов — они их едят. Если все особи, едва им покажут краба, будут на него

1

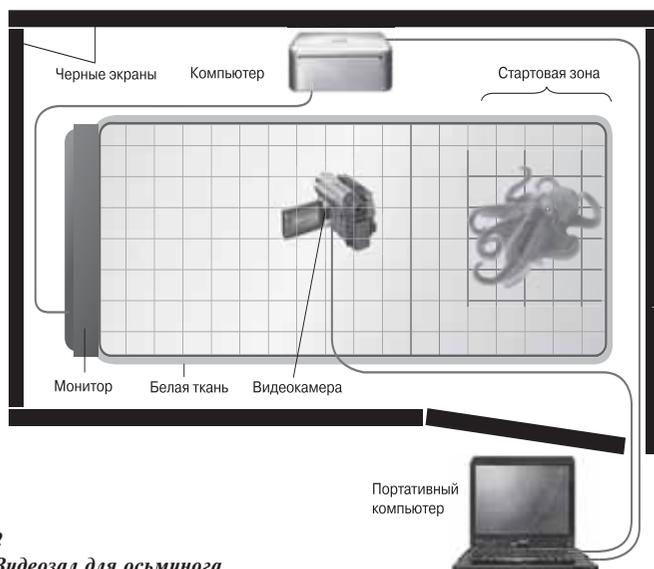
*Темный осьминог*

бросаться, это обычная реакция хищника на добычу. Но если одни бросаются сразу, а другие погодя — это различия в поведении, особенности личности. То же самое относится к реакции на другого осьминога: его можно проигнорировать, или удрать, или, наоборот, напасть на него. Иными словами, чтобы выяснить, личность ли осьминог, надо исследовать его реакцию на разные стимулы, причем естественные: нельзя предъявлять осьминогу вместо краба заводную игрушку. Лучше запустить живого краба, но такой опыт, строго говоря, невоспроизводим, потому что все крабы разные. И тогда Рената Пронк решила показывать осьминогам видео. Ведь одну и ту же запись можно демонстрировать много раз.

## Видео для спрута

Исследовательница работала с темным осьминогом *Octopus tetricus*, обычным у берегов Австралии. Ночью он охотится на крабов, моллюсков и рыб, а днем сидит в своем логове, окруженном заботливо собранными камнями и щебенкой. Как правило, *O. tetricus* коричнево-пестренький, но может менять цвет и форму, имитируя морские водоросли. Темные осьминоги достигают в длину 80 см, но Рената Пронк наловила маленьких, размером примерно с кисть руки.

Показывать моллюскам видео было непросто. У осьминогов прекрасное зрение, на обычную видеозапись они не



2  
Видеозал для осьминога

реагировали, видимо, сразу заметили подделку. Пришлось снимать для них особое кино с частотой 50 кадров в секунду и показывать на большом жидкокристаллическом мониторе с высоким разрешением. И тогда осьминоги поверили. (Это первый случай, когда удалось включить в исследование осьминогов видеозаписи, чем австралийские ученые весьма гордятся.)

В большой емкости с морской водой для осьминогов сняли четыре сюжета: идущего краба, другого темного осьминога, незнакомый предмет — красную пластиковую банку, и просто воду как контроль.

Для животных оборудовали специальный просмотровый аквариум. У одной торцевой стенки была устроена стартовая зона, там положили керамический горшок, в который можно было спрятаться. К противоположной стенке снаружи приставили 30-дюймовый монитор, на котором осьминогу и показывали кино. Сверху все происходящее снимали на видеокамеру. Весь «кинозал» обтянули белой тканью и огородили черными экранами, чтобы зритель не отвлекался. Осьминогу давали освоиться на новом месте, и, когда он занимал стартовую позицию, пускали записи в случайном порядке.

Прежде всего следовало убедиться, что осьминоги адекватно реагируют на видеосюжет. При виде краба большинство хищников пыталось его схватить: Пронк выложила в Интернете видеозапись типичной реакции осьминога: он молниеносно вылетал из горшка, в котором сидел, мчался к противоположной стенке и многократно трогал ее, одновременно темнея телом. В естественных условиях *O. tetricus* реагируют на краба точно так же. А вот других представителей своего вида (конспецификов) они обычно избегают. Если дело все же доходит до разборок, они могут закончиться серьезными повреждениями вплоть до потери щупальца. И в просмотровом аквариуме осьминоги, завидев собрата, отнюдь не спешили ему навстречу, а иногда даже прятались за горшком. Всем, конечно, интересно, как же они реагировали на красную пластиковую банку? Осьминоги иногда пытались ее схватить: гораздо реже, чем краба, но все-таки чаще, чем конспецифика.

Убедившись, что подопытные реагируют на запись адекватно и принимают изображения за реальные объекты, Пронк и ее коллеги занялись изучением индивидуальных реакций осьминогов. Тридцать одного осьминога протестировали трижды: в день после поимки, четыре дня спустя и еще через четыре дня. Опыты проводили сразу после заката, так как темные осьминоги — животные сумеречные и



ночные. Каждому подопытному показывали все видеозаписи в случайном порядке и наблюдали за его реакцией. При этом исследователи учитывали не только двигательную активность моллюсков, но также изменение расцветки и состояние пупырышков, покрывающих их тела.

Оказалось, индивидуальные особенности у осьминогов есть. Осьминог, который активно нападал на краба, был также относительно агрессивен и по отношению к банке, и к конспецифику. Другие же вели себя гораздо скромнее: от других осьминогов прятались и на краба кидались не сразу — а вдруг он поближе подойдет. Но оказалось, что деление осьминогов на активных и застенчивых справедливо лишь на время одного видеосеанса. На другой день их поведение могло измениться кардинально. Осьминог, предприимчивый и агрессивный во время первого тестирования, во второй день эксперимента был тих. Например, один активный экземпляр в первый день без промедления кидался на изображение конспецифика и многократно пытался его потрогать, при этом темнел телом и набухал пупырышками. На второй день тот же самый субъект избегал собрата по виду, прятался от него за горшком и только пупырышки кое-где набухали. Конечно, личностные характеристики могут меняться, но не настолько же! Поведение темного осьминога оказалось настолько последовательным, что Рената Пронк сравнила его с героями повести Роберта Стивенсона Джекилом и Хайдом — двумя личностями, которые по очереди проявлялись в одном человеке.

С одной стороны, в каждый из дней исследования Рената Пронк наблюдала у своих подопечных явные межличностные отличия, с другой — поведение каждого осьминога было вопиюще непостоянным. И австралийские ученые решили, что темный осьминог не личность, а «эпизодическая» личность. Приложили, что называется.

Всякий результат положено объяснять. Исследователи предлагают разные гипотезы. Например, на поведение осьминогов может влиять гормональный статус, в разные дни разный. Обосновывая эту версию, ученые ссылаются на прибрежного кальмара лоллиго, который выделяет в воду химические вещества, очень похожие на феромоны, — они действуют недолго и усиливают агрессию кальмара.

Есть у австралийских ученых и другое объяснение. Нервная система осьминогов настолько развита, что они могут менять свое поведение. Но ради такого вывода не стоило предпринимать столь сложное и дорогое исследование.

### Может ли интеллект не быть личностью?

Высокий уровень развития нервной системы осьминогов давно уже не новость. Еще лет сорок назад замечательный наш зоолог Игорь Акимов написал книгу «Приматы моря». В ней он рассказал о поведении этих животных, которые узна-



## ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

ют людей и прекрасно обучаются. В научных исследованиях поведения осьминогов недостатка нет.

Осьминоги — умные существа. Доказательством тому служит их гибкая стратегия добывания пищи. В 1969 году американский исследователь Джером Водински наблюдал, как осьминог обыкновенный *Octopus vulgaris* расправился с морской улиткой рода *Strombus*. У стромбуса очень толстая ракушка, которую спрут не может сломать или разбить. Поэтому он просверливает ее своей радулой (хитиновой зубчатой пластинкой, которая находится у него во рту), а потом ломает поврежденную раковину. Осьминог прикладывает усилия к определенному участку раковины. Водински упаковал эту часть в латекс, однако осьминог содрал упаковку. Раковину покрыли алюминиевой фольгой. Мягкая и тонкая, она не могла помешать спруту, и он не стал ее снимать — протер насквозь. Но когда зону сверления покрыли прочным зубопротезным пластиком, осьминог не стал мучиться и начал скрестить другое место.

Канадская исследовательница Дженнифер Мазер и американец Рональд Андерсон тоже наблюдали за тем, как осьминог вскрывает раковины моллюсков, или, по выражению ученых, решает «проблему упаковки». Есть много видов животных, которые питаются двусторчатыми моллюсками, и каждый из них вскрывает раковины по-своему. Морские звезды, например, разжимают им створки, одни птицы долбят камнем, другие бросают с точно рассчитанной высоты, причем рожденный разжимать — бросать не станет. Но осьминог пользуется не одним, а несколькими способами, в зависимости от прочности раковины.

Мазер и Андерсон предлагали гигантскому тихоокеанскому осьминогу три вида моллюсков. Раковины мидий осьминог просто разбил о камни. Створки более крепких венеруписов разжимал щупальцами. Но венерупис — моллюск мускулистый, сила, с которой он стискивает створки, достигает 3,6 кг, и осьминог не всегда может их раскрыть. В этом случае он меняет тактику и долбит раковину своим роговым клювом. Другой вид моллюска, прототакка, еще сильнее, и раковины у него очень прочные. Ни разбить, ни разжать их осьминог не может и добывает моллюска, кстати горячо им любимого, в несколько этапов. Сначала он скребет раковину радулой, затем долбит истончившееся место клювом, впрыскивает в образовавшееся отверстие пищеварительный сок и, наконец, разжимает створки раковины ослабевшего моллюска. Умница!

Второе доказательство интеллекта осьминогов — способность играть. Тот же Андерсон заметил, как осьминоги у него в аквариуме гоняют пустую бутылку струей воды из мантийной полости, будто по мячику стучают. Кстати, ту же струю воды октопусы используют как инструмент. С ее помощью они выметают мусор из своей пещерки, гоняют назойливых рыбок, которые в ожидании объедков толпятся у входа, а в лаборатории метко пуляют в исследователей и приборы — развлекаются.

Третье доказательство интеллекта осьминогов, согласно Мазер и Андерсону, — личностные особенности. Именно эти исследователи впервые установили, что такие осо-

бенности есть. Моллюсков испытали в разных ситуациях. Оказалось, что они по-разному реагируют на тревогу (им докучали зондом). Есть осьминоги активные, которые непременно должны схватить тревожащий их зонд, реактивные, сохраняющие между собой и зондом оптимальное расстояние, и избегающие — в любом случае они стараются держаться подальше. Отличается и реакция животных на еду. Агрессивные осьминоги кидаются к стенке аквариума, едва завидев входящего исследователя, и пожирают крабов, как только их бросят в воду. Они вообще готовы выхватывать крабов, да и другие предметы, у экспериментатора из рук. Пассивные индивиды лежат в углу и позволяют крабам подобраться близко к себе, прежде чем схватят их. А есть и пугливые особи, удирающие от малейшей опасности, которые охотятся только по ночам. (Рената Пронк знала об этих экспериментах и ссылается на них. Но она, в отличие от своих предшественников, проследила за тем, как реакция осьминогов меняется со временем, и возбуждала их не живым крабом, а видеосъемкой. Впервые в мире видео для осьминогов!)

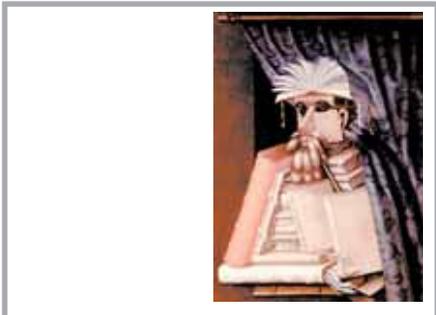
Мазер и Андерсон рассматривают существование личностных особенностей как признак интеллекта. Иными словами, если есть интеллект, то личностные особенности должны быть непременно. Если они есть, значит, перед нами интеллект. И, как среди всех интеллектуалов, среди осьминогов есть недалекие особи. Один такой не мог выполнить задание, связанное с пространственной памятью, и просто раз в десять минут огибал экспериментальный аквариум по периметру. То ли он неуютно себя чувствовал в этом аквариуме, то ли просто был не слишком умен (экспериментаторы выразились резко).

Осьминоги очень изобретательно избегают хищников и докучливых исследователей, затаиваясь или меняя окраску так, чтобы слиться с грунтом или казаться кем-то или чем-то другим, причем действуют они по обстоятельствам: ни один осьминог не будет на стеклянном дне притворяться галькой. Они умеют открывать стеклянные бутылки и преобразуют среду вокруг себя, строя убежища. Один осьминог, заключенный в аквариум, ночью целенаправленно разрыл в нем грунт, обнажив находящийся под галькой фильтр, оторвал идущий к нему шланг, а сам фильтр вытащил и разломал на мелкие кусочки. Это явно была тщательно продуманная и мастерски осуществленная акция.

Мазер и Андерсон даже ищут сходные черты в эволюции осьминогов и людей, двух видов-интеллектуалов. И люди, и осьминоги не защищены внешним скелетом и при этом формировались в сложной, меняющейся среде: головоногие в тропических коралловых рифах, а гоминиды в саваннах. По их мнению, наблюдения за интеллектуальными подвигами осьминогов поможет нам по-другому взглянуть и на себя.

И после всего этого обзывать осьминога «эпизодической личностью»! Да у него просто настроение меняется.





## Чему научат в школе завтрашнего дня

Образование и медицина — области, интерес к которым по понятным причинам не иссякает. Говорят, что лечить и учить умеют все. Но в схемах лечения могут разобраться лишь люди со специальной подготовкой, а вот среднюю школу закончили практически все, и многие хорошо помнят, как и чему их там учили. И всем хочется, чтобы их детей и внуков учили как минимум не хуже. А система образования в стране уже не первое десятилетие реформируется. Как понять, к чему эти реформы ведут? Можно, например, ознакомиться с разрабатывающимися чуть ли не на наших глазах нормативными документами, именуемыми «Стандарт второго поколения» ([www.standart.edu.ru](http://www.standart.edu.ru)). Издательство «Просвещение» выпускает под таким названием серию брошюр. Прочитав их, можно сделать кое-какие умозаключения о перспективах общего образования.

Но сначала немного о новом стандарте. Оказывается, его начали разрабатывать еще в 2005 году. Коллектив разработчиков включает семнадцать рабочих групп! То есть несколько десятков человек. Стандарт второго поколения отражает, как утверждают, новый социальный заказ. Прежний стандарт включал два основных компонента: минимальный объем содержания образования, который гарантируется по каждому предмету государством, а также требования к уровню подготовки выпускника, сформулированные в терминах предметной деятельности (для химии это, например, умение составлять формулы, уравнения реакций и тому подобное). Новый стандарт гораздо более сложен по структуре. В виде отдельных документов он включает «цели образования для каждой ступени общего образования, Базисный учебный (образовательный) план, фундаментальное ядро содержания общего образования, примерные программы по отдельным учебным предметам, программы формирования универсальных учебных действий» и много чего другого, но не все еще готово и опубликовано. Не могу удержаться от замечания по поводу названия Базисного учебного плана. Раньше он был просто «базисный

учебный» план, а теперь «Базисный учебный (образовательный)». Для чего это лишнее слово? И эти скобки? Раньше была «государственная итоговая аттестация», «полное среднее образование», а теперь «государственная (итоговая)» и соответственно «среднее (полное)». Видимо, нашим начальникам от образования кажется, что скобки придают их циркулярам большую солидность или научность.

Вернемся к новому стандарту. Важно добавить, что в требованиях к результатам освоения общеобразовательных программ теперь включаются не только специально-предметные действия, как ранее, но и личностные результаты, и метапредметные, то есть общеучебные, надпредметные, действия. Одним из результатов образования заявлен личностный рост ученика, который невозможно оценить с помощью итогового экзамена в какой бы то ни было форме. Разговор о том, что личностный рост ученика является целью общего образования, психологи ведут, кажется, начиная с 80-х годов прошлого века. Наконец это будет закреплено законодательно. Среди прочего в стандарт включено и развитие гражданских качеств личности. Интересно, как их будут развивать? Не по методикам ли идейно-воспитательной работы в советской школе? Так или иначе, но теперь государство опять будет требовать от школы не только обучения, но и воспитания. Будем надеяться, что учителя воспитывать еще не разучились.

Как видим, психологи внесли большой вклад в разработку нового стандарта. И он отражен в одной из книг серии «Стандарты второго поколения». Она называется «Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли» (<http://www.prosv.ru>). Авторы книги — ученые и преподаватели факультета психологии МГУ, специалисты в области возрастной и педагогической психологии. Надо полагать, это и есть одна из рабочих

групп по разработке стандарта. Руководитель — Александр Григорьевич Асмолов. В группу (она же коллектив авторов книги) входят такие знаменитые психологи, как Нина Гавриловна Салмина и Галина Васильевна Бурменская.

Неудивительно, что их книга на фоне других изданий той же серии выгодно отличается информационной насыщенностью, научной обоснованностью, конкретностью рекомендаций. Это пособие для учителя, как мне кажется, не имеет аналогов. Здесь в сжатой форме изложены понятия и идеи разных областей психологии — возрастной, педагогической, когнитивной, психологии личности. Получился такой психологический ликбез для учителя (не хочу обвинять учителей в психологической безграмотности, просто знания никогда не вредно обновить и пополнить). Это нужно для понимания «программы формирования универсальных учебных действий», созданной коллективом психологов в рамках стандарта.

Вам интересно знать, что это за универсальные учебные действия (УУД)? Это, попросту говоря, такие действия, владение которыми дает возможность учиться самостоятельно. Здесь обычно разработчики программы формирования УУД приводят в качестве иллюстрации притчу о том, что можно накормить голодного, поймать для него рыбу, а можно дать ему удочку — пусть сам ловит, и тогда голодным уже не будет никогда. Вот и школа может нафаршировать мозг ученика знаниями, а может научить его приобретать знания самостоятельно. Собственно, задача «учить учиться» уже ставилась в педагогике в 70—80-х годах, но теперь психологи наконец объясняют учителю, как это нужно делать. И в двух-трех словах этого не перескажешь.

Универсальные учебные действия группируются в четыре блока: личностные, регулятивные, коммуникативные, познавательные. В книге приводится перечень учебных действий каждого из этих видов, раскрываются их психологическое содержание и условия развития. Это делается на основе психологического портрета подростка, с учетом его возрастных особенностей. И наконец, даются рекомендации по развитию учебных действий разных видов. Например, обсуждая проблему учебной мотивации школьников, авторы-психологи предупреждают учителей от чрезмерной стимуляции интереса детей с помощью «обильной наглядности, музыкального и художественного оформления» урока. Оказывается, еще Сухомлинский предупреждал о недопустимости превращать урок литературы в концерт.

Кроме всего, приводятся образцы заданий и упражнений, в ходе которых происходит развитие учебных действий разных видов. В том-то и ценность этого пособия: вместо деклараций, призывающих «пойти туда, не знаю куда», предлагается теоретически обоснованная программа и намечаются пути ее осуществления. Но это не



значит, что деятельность учителя расписана в ней, как в инструкции по выполнению физзарядки — «делай раз, делай два, делай три!». Это было бы, наверное, даже скучно. Все-таки профессия учителя творческая! И новый стандарт не лишает его права на творчество. Учителю предстоит осмыслить программу и придумать, какой вклад и каким образом может он внести в ее выполнение.

Не все учебные действия можно сформировать только в ходе урока, и не всегда это удастся сделать на уроке химии, физики или биологии. Какие-то из приведенных упражнений вписываются в контекст гуманитарных дисциплин, некоторые тренинги рекомендуется проводить «под руководством психолога» (и, вероятно, во внеучебное время). А новые задания хоть и рекомендованы для уроков естественнонаучного цикла, но как-то не очень для этих уроков пригодны. Например, в одном из таких заданий требуется для начала прочесть ученикам текст про пятиклассника Петю, нарисовавшего Годзиллу... При всем хитроумии не могу придумать тему урока, на котором такой текст будет выглядеть естественно. Впрочем, учитель может на базе предложенных упражнений создавать свои.

Из всего перечисленного понятно, что формировать универсальные учебные действия должна вся система работы школы. Но не худо было бы присоединиться и родителям — уж больно дело важное. Если вы хотите понять, как это можно сделать, читайте книгу «Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли». Справедливости ради нужно сказать, что есть совсем мелкие недостатки: в длинном списке литературы Пиаже фигурирует дважды — как Жан Пиаже и как Пиаже Ж., а инициалы Льва Петровича Добраева на одной из страниц даны с печаткой. Это, однако, не умаляет достоинств книги как глубокого, добросовестного труда, итога многолетней работы. Чего, к сожалению, не скажешь о двух других книгах серии «Стандарты второго поколения».

Речь идет о «Фундаментальном ядре содержания общего образования» и «Примерных программах основного общего образования. Химия» (<http://standart.edu.ru>).

Итак, педагогический новояз обогатился еще одним замечательным термином: «Фундаментальное ядро содержания общего образования». Как утверждается в преамбуле к документу, он появился в результате «новых социальных запросов, отражающих трансформацию России из индустриального в постиндустриальное (информационное) общество». Так вот почему у нас заводы и фабрики позакрывали! Мы уже, оказывается, не индустриальное общество, и производства (кроме добычи полезных ископаемых, разумеется) нам не нужны!

На основе «Фундаментального ядра содержания общего образования» будут со-

здаваться учебные планы, программы, учебно-методические материалы и пособия. Для этих целей в документе, опубликованном в 2009 году, приводятся, во-первых, «основные элементы научного знания... предназначенные для обязательного изучения в общеобразовательной школе» (свой перечень по каждой предметной области), и, во-вторых, универсальные учебные действия, о которых подробнее рассказано выше. В 2010 году выпущено второе издание базового документа, в котором появился еще и третий (вернее, теперь уже первый) компонент — статья «базовые национальные ценности». В ней сообщается, что процесс образования включает в себя не только обучение, но и воспитание. Отрадно, что среди «традиционных источников нравственности» названа и наука.

Вернемся, однако, к преамбуле, гордо именуемой «Концепция Фундаментального ядра содержания образования». Внимательное чтение этого текста — занятие утомительное, потому что мысль вязнет в селевом потоке слов. Оцените пассаж: «Разработка Фундаментального ядра осуществляется с учетом таких рамочных ограничений, как: 1) краткость фиксации обобщенных контуров научного содержания образования; ...» Смысл «рамочного ограничения» номер один «среднему уму непостижим! Не говоря уже о чудовищном нагромождении родительных падежей. Нора Галь называла такие конструкции «канцеляритом».

Однако, совершив интеллектуальное усилие и продравшись сквозь нагромождение трескучих терминов, обнаруживаешь кое-какие неувязки. Так, утверждается, что Фундаментальное ядро нормирует как содержание учебных программ, так и «организацию учебной деятельности по отдельным предметам». Содержание действительно определяется в статье «Основные элементы научного знания в средней школе», а вот про «организацию учебной деятельности» ничего обнаружить не удалось.

При определении «методологической основы» Фундаментального ядра противопоставляются позиции «а) сторонников сохранения исторически сложившейся российской системы образования, ориентированной на фундаментальность знания» и «б) сторонников целесообразности перехода к принятой в ряде стран мира системе обучения, для которой характерен существенно более низкий уровень изложения основ наук по сравнению с уровнем российской школы». Естественный вопрос: «И кто же победил?» Но ни анализа позиций, ни вывода нет. Кстати, одно из упражнений, которое психологи предлагают школьникам для осмысления текста, — это «антиципация содержания», иначе говоря, предвосхищение, предвидение того, о чем пойдет дальше речь в тексте. В данном случае такое упражнение не поможет, а логика подведет. То есть

причудливый ход мыслей тех, кто создал этот документ, предвосхитить не удастся.

Далее нам в новом стандарте обещают «переход от минимизационного подхода к конструированию образовательного пространства на основе принципа фундаментальности образования». В переводе на общедоступный язык это означает, что в старом стандарте был обязательный минимум содержания образования («минимизационный подход», понимаешь!), а в новом — бери выше! — Фундаментальное ядро. В чем отличие одного от другого, сейчас рассмотрим. А в преамбуле обещано, что объем знаний, заданный Фундаментальным ядром, не распределен по конкретным предметам. Заявлены также «целостный взгляд на содержание школьного образования» и «решение проблемы межпредметных связей» благодаря «согласованию научного содержания различных областей знания на этапе предварительной разработки».

Однако изучение статьи «Основные элементы научного знания в средней школе» в разделе «Химия» убеждает, что все перечисленные выше прогрессивные новшества — не более чем декларация о благих намерениях, которыми мощена дорога сами знаете куда. Пояснительная записка к разделу «Химия» начинается словами: «Школьный курс химии включает объем...» Значит, все-таки курс, и распределение по отдельным предметам, вопреки замыслу авторов «Концепции», состоялось!

Цели изучения химии в школе почти не изменились, разве что вместо «развития познавательных интересов и интеллектуальных способностей» предлагается «овладение методами научного познания», а вместо старого доброго «освоения знаний» в новом стандарте «формирование представлений». Не зря в последнее время стало модным «знаниевой парадигме» противопоставлять «компе-



тентностный подход!»! Начинает казаться, что слово «знание» становится чуть ли не ругательным. И разве «развитие интеллектуальных способностей» не является одной из сторон личностного роста? Почему же его исключили из целей изучения химии в школе? Похоже, что правильный ответ на этот вопрос — «Просто так!».

Нет также никаких следов «решения проблемы межпредметных связей». Возникает вопрос: а в чем же принципиальное отличие «основных элементов научного знания» современного стандарта от «обязательного минимума содержания образования» из стандарта 2004 года? Отличий два.

Во-первых, «обязательный минимум» был трех видов: основного общего образования, полного среднего образования на базовом уровне и его же на профильном уровне. В Фундаментальном ядре этого разделения нет, а объем содержания представляет собой что-то среднее между базовым и профильным обязательным минимумом. «Концепция Фундаментального ядра» обещала нам, что в него не войдет «архаичный, малозначительный и чрезмерно детализированный материал», а также «понятия, смысл которых не может быть достаточно популярно и полно раскрыт школьнику». Любопытно узнать, что именно отнесено к этим категориями? Вот несколько примеров. В старом стандарте в качестве одного из методов научного познания было указано моделирование, а в стандарте второго поколения его нет (при этом в целях изучения химии «овладение методами научного познания» названо). Удивительно, но отсутствует гидролиз неорганических и органических соединений. А ведь в ЕГЭ гидролизу посвящены два задания (в части А и в части В), да и в заданиях части С он встречается! Зато кое-что добавлено: *нуклиды, радионуклиды, «меченые атомы», период полураспада* (в разделе «Физика» он тоже есть!)... Не буду утомлять перечислением, добавлю только *рациональное питание* (в разделе «Биология» это «*требования к полноценному питанию*»). Это только мне показалось, что никто не сравнивал содержание предметных разделов «Основных элементов научного знания»?

Впрочем, есть ценные дополнения, ранее отсутствовавшие в «Обязательном минимуме содержания» по химии. Например, «*Обусловленность свойств веществ строением*». Это главная идея курса химии, с нее вообще следовало бы начать перечисление важнейших химических понятий и законов. Еще один нужный вновь добавленный элемент содержания — это «*Вред, причиняемый наркотическими веществами*».

В пункте «Теоретические основы химии» некоторые элементы содержания почему-то приведены по два раза. Это «*Истинные и коллоидные растворы*», «*Ра-*

*створы газов, жидкостей и твердых веществ*», «*Гомология и изомерия — причина разнообразия органических веществ*», а также «*Концентрация раствора и ее расчет*». Кстати, о концентрации. Под «способами выражения концентрации растворов» как в прошлом, так и в новом стандарте подразумевают не что иное, как массовую долю растворенного вещества в растворе. Но массовая доля растворенного вещества и концентрация растворенного вещества (именно растворенного вещества, а не раствора!) — это разные физические величины, и путать их для составителя нормативного документа в сфере образования недопустимо, а тем более недопустимо второй раз наступать на те же грабли. Наверняка ведь по старому стандарту были замечания от тех, кто разбирается в этом вопросе!

Есть и другие не вполне грамотные формулировки. Например, «*Функциональные органические соединения*». Имелись в виду, конечно, «*Функциональные производные углеводородов*» (или «*Органические вещества, содержащие функциональные группы*»). А вот интересная фраза, которой не было в старом стандарте: «*Химическая реакция — процесс перестройки атомов в молекуле. Сохранность атомов в химической реакции*». Что понимается под «перестройкой атомов»? Атом изменяет свое строение? В старой советской программе по химии была строчка «Химическая реакция с позиций атомно-молекулярного учения» или что-то подобное. В нее включено и представление и о «перестройке» (только не атомов, конечно), и о «сохранности». Зачем хорошую старую формулировку заменять корявой и двусмысленной?

Второе принципиальное отличие нового перечня элементов содержания от старого заключается в отсутствии курсива, обозначавшего «*материал, который подлежит изучению, но не включается в требования к уровню подготовки выпускников*». То есть рассказать о скорости химических реакций в девятом классе было нужно, а заставлять ученика выучить — не нужно. Теперь же содержательная сторона стандарта приобрела неизбежность. Всем, от Москвы до самых до окраин, от микрорайонной школы до элитной гимназии, положено в обязательном порядке изучить (а затем и ответить), к примеру, «*понятие о рН*». Видимо, назойливое повторение в телеэкламе заклипания «рН пять и пять» — привело составителей документа к мысли, что это понятие «*может быть достаточно популярно и полно раскрыто школьнику*». На фоне того, что гидролиз не вошел в Фундаментальное ядро, «понятие о рН» выглядит нелепо. Еще нелепее будет, если задуматься: как объяснить школьнику, что это такое? Во-первых, ученик к моменту изучения рН должен освоить логарифмы. Во-вторых,



## НАША КНИЖНАЯ ПОЛКА

нужно ввести понятие «ионное производство воды», а для этого, в свою очередь, придется объяснять, что такое «константа равновесия». Но «константы равновесия», как и «ионного произведения воды», нет в Фундаментальном ядре! А если бы и были, когда прикажете их изучать? Любой учитель практически по любому предмету жалуется, что времени на изучение и старого-то содержания не хватает (спасибо перманентной реформе образования!), где уж вводить новые сложные понятия!

Мы еще не знаем, сколько времени на изучение химии отведет Базисный учебный план. При одном-двух часах в неделю не то что рН, но и число Авогадро, и гальванический элемент, и гетероциклические соединения, да и многое другое изучать будет некогда. И на что тогда нам Фундаментальное ядро?

Пора, однако, остановиться и подвести итоги. После внимательного изучения «Фундаментального ядра содержания общего образования» приходишь к выводу, что раздел «Основные элементы научного знания» предметной области «Химия» — о других судить не смею — противоречит «Концепции Фундаментального ядра».

Авторы «Концепции» уверяют, что ядро — это «*инвариантная часть образования*», которую должны освоить все выпускники «*независимо от типа школы и интересов и способностей ученика*». Мы же видим, что оно содержит очень сложные и избыточные понятия. Согласно «Концепции», «*на этапе предварительной разработки Фундаментального ядра согласуется научное содержание различных областей знания*». А мы видим, что содержание раздела «Химия» не согласовано с содержанием родственных разделов, наблюдаются повторы. Или это такая хитроумная межпредметная связь? Если так, то повторов должно быть во много раз больше! Наконец, «Концепция» обещает нам «*организацию экспериментальной работы по апробации и внедрению нового содержания*». А где тут «новое»? Все то же самое, слегка перелицованное. Некоторые элементы вновь включены, а иные, наоборот, удалены, но каким-то случайным способом. Не завидую тем, кому доведется это «новое содержание» апробировать и внедрять!

**Е. Н. Стрельникова,**  
учитель химии,  
школа № 57, Москва



# Лаборатория в картинках

2

Ян ван дер Страт (конец XVI в.)

Кандидаты химических наук  
**М.М.Левицкий,**  
**Д.С.Перекалин**

*В любом учебнике или справочнике легко найти сведения о том, как устроены молекулы различных веществ и каким способом их можно получить. Гораздо реже встречается описание приборов и аппаратов, в которых получают эти соединения (считается, что химики и так это знают). А вот описания лаборатории, где происходят все химические реакции, вы не найдете практически нигде. С точки зрения химика, ничего интересного там нет — все самое главное происходит в реакционном сосуде. Между тем лабораторное помещение вполне заслуживает внимания. Особенно интересно проследить, как оно менялось со временем.*

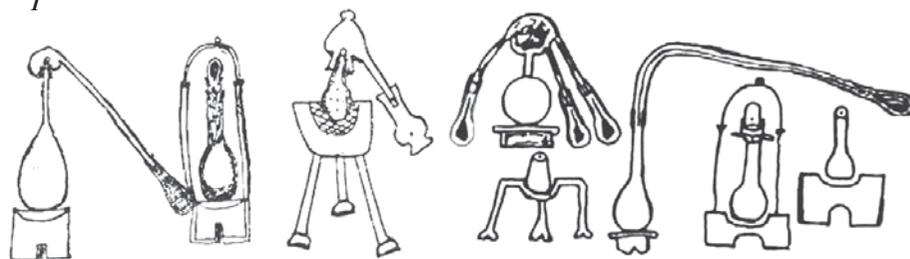
который, как полагали, позволял осуществлять любые взаимопревращения веществ. Принято считать, что алхимия была предшественницей химической науки. Пытаясь решить поставленную задачу, алхимики проводили множество различных опытов и накопили большое количество сведений о свойствах веществ, что оказалось ценным независимо от основной цели.

Алхимики изучили многие свойства известных в то время металлов — золота, серебра, олова, свинца, меди, железа и ртути. Во второй половине VIII века они уже освоили такие чисто химические процедуры, как растворение солей, фильтрацию растворов, кристаллизацию из растворов, перегонку жидкостей, обжигание известкового камня и получение негашеной извести, плавление и сплавление металлов. Уксусную кисло-

ту получали перегонкой прокисшего виноградного вина. Более того, нагреванием смеси трех солей (селитры, купороса и квасцов —  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ) с последующей отгонкой ученые получили жидкость, которая растворяла серебро, медь и свинец: это была азотная кислота  $\text{HNO}_3$ . Если к смеси тех же солей добавить еще и нашатырь  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , то получалась жидкость, которую называли «царской водкой» из-за ее способности растворять золото (смесь соляной и азотной кислоты). Множество опытов проводили с самородной серой — в частности, были получены сульфиды всех доступных металлов и описаны их свойства.

Рисунки в рукописях показывают, что основной процедурой было нагревание (рис. 1), позволявшее проводить дистилляцию. Но обстановку в самой лабо-

1



## Все начиналось с алхимии

Всем известно, что целью алхимии было превратить неблагородные металлы (ртуть, медь, свинец и др.) в золото. Но все-таки ее основной задачей было получить некий философский камень, ко-



3  
*Питер Брейгель Старший (середина XVI в.)*



4  
*Ганс Вайдиц (начало XVI в.)*



5  
*Чарльз Мейер Узбб (XIX в.)*

ратории мы знаем по гравюрам и картинам художников.

Сейчас трудно себе представить художника, рисующего современную химическую лабораторию, однако в прежние времена химию воспринимали как колдовство или шаманство. Естественно, всегда находились те, кто старался запечатлеть



6  
*Адам Мак-Лин (середина XVII в.)*

алхимиков и ту обстановку, в которой они совершали свои таинства. Упадок алхимии начался с XVI века, а в конце XVII века она практически исчезла как научное направление, но алхимические сюжеты еще долго вдохновляли живописцев.

На средневековых гравюрах (рис. 4) центральное место, как правило, зани-

мает очаг или раздуваемая специальными мехами жаровня. У главного алхимика обычно было несколько помощников. Они поддерживали огонь, смешивали или измельчали вещества, а сам мастер был погружен в чтение алхимического трактата. Примечательно, что чаще всего в лаборатории царил беспорядок. На полу разбросана различная утварь, среди которой при внимательном рассмотрении можно заметить простейшие измерительные приборы: песочные и чашечные весы, реторты (универсальный прибор, предназначенный для различных химических операций — перегонки, разложения, сплавления при высокой температуре; долгое время реторта была общепринятым символом химии).

Гораздо более детально внутреннее убранство лаборатории передавали живописцы. Алхимическая лаборатория и связанное с ней нетерпеливое ожидание получить искусственное золото были частым сюжетом картин. Стиль того времени — точность в деталях — позволяет нам рассмотреть всю обстановку (рис. 5, 6). Алхимик, как правило, окружен различными символическими предметами (череп, глобус, подвешенное к потолку чучело животного), которые должны были помочь в поисках философского камня, а заодно произвести впечатление на непосвященных. Экспериментальные работы, как и сегодня, чередовались с чтением научной литературы.

Временами в лаборатории работала целая артель, которая под руководством «магистра» проводила дистилляцию, измельчала вещества в ступке, прокаливала, отжимала под прессом сок из растений и делала многое другое (рис. 7). На некоторых картинах изображена печь алхимика с высоким сводом — по существу, прообраз вы-



7  
*Ян ван дер Страт (конец XVI в.)*

тяжного шкафа, удаляющего из помещения продукты реакции с неприятным запахом.

На некоторых картинах можно видеть яркие и драматические моменты в ра-



9  
Матейс фон Гельмонт (середина XVII в.)



8  
Юстус Густав ван Бендум (XVII в.)



10  
Франц-Кристоф Грац Яннек (XVII в.)

боте алхимиков — вспышки, взрывы, получение светящегося белого фосфора (рис. 8).

Мучительные попытки получить искусственное золото часто приводили алхимиков к унынию и разочарованию (рис. 9). Обломки битой посуды и множество бесполезных трактатов дополняют обстановку безысходности.

Далеко не все живописцы старались точно воспроизвести детали окружающей обстановки. Увлеченные эмоциональной стороной сюжета и желанием создать красочное полотно, они дополняли картину яркими покрывалами и гардинами, очевидно мало соответствующими интерьеру лаборатории алхимика (рис. 10). Большинство их жили в бедности, да и горячая ткань рядом с рабочим столом явно лишняя.

Впрочем, некоторые алхимики пользовались финансовой поддержкой состоятельных особ, надеявшихся получить синтетическое золото. Естественно, такие «спонсоры» периодически навещали алхимиков с проверкой (рис. 11, 12).

В двух последних картинах отдельные детали, скорее всего, домыслены авторами и весьма отдаленно передают обстановку алхимической лаборатории — мы уже обсудили, что красочные gobelены и портьеры там были неуместны. Несмотря на это, все же надо отдать должное их авторам, изобразившим отчетливые характеры персонажей и рабочую обстановку.

Синтетическое золото все же получили, только с помощью не химических, а ядерных реакций в 1955 году. Для этого ученые сначала синтезировали не существующий в природе изотоп ртути  $^{197}\text{Hg}$  — это удалось сделать, облучая медленными нейтронами природный изотоп  $^{196}\text{Hg}$  (кстати, его в природной ртути содержится всего 0,15%). Потом в результате так называемого процесса К-захвата (электрон с одной из внутренних ор-

биталей захватывается протоном ядра и превращается в нейтрон) образуется искусственный изотоп  $^{197}\text{Hg}$ , который самопроизвольно превращается в золото. В итоге из 100 мг ртути удалось получить всего 35 микрограммов (!) чистого золота. Сейчас этот экспонат хранится в Чикагском музее науки и промышленности. Такое золото обходится много дороже природного, добытого из самых бедных золотоносных руд. Пока ни одно государство не планирует пополнение своих золотых запасов за счет синтетического золота, но тем не менее мечту алхимиков удалось осуществить.

## Химия становится наукой

Алхимики, накопив большой экспериментальный опыт, постепенно поняли, что они умеют получать многие нужные и полезные вещества. Типичный пример — творчество Иоганна Рудольфа Глаубера (1604—1670), который в молодости изготавливал зеркала, затем занимался алхимией и работал в аптеках. Позже он начал серьезно изучать соли и кислоты, разработал способы получения серной, азотной, соляной кислот. Фактически экспериментальные успехи Глаубера заложили основы промышленной химии. Начались времена, когда алхимия все теснее связывала свои цели с задачами практической металлургии, горного дела и медицины (рис. 13).

В лабораториях этого времени уже никто напряженно не ждет алхимического чуда, идет будничная работа. Посуда, как правило, керамическая, из стекла делают в основном реторты (рис. 14).

На макете химической лаборатории М.В.Ломоносова, открытой им в 1748 году (Санкт-Петербургский университет), центральное место занимает печь, которую дополняют различные инструменты для работы с нагретыми предметами. Обратите внимание: чашечные весы находятся на почетном месте (рис. 15)

В начале XVIII века керамическую посуду постепенно заменяют стеклянной. Со временем появились некоторые стандартные приборы, удовлетворяющие требованиям химиков (рис. 16). Большинство этих приборов и их назначение хорошо знакомы химикам старшего поколения — даже сегодня в лабораториях используют некоторые из них. Два последних предмета, показанных на рисунке, практически вышли из употребления: водяная турбинка для перемешивания реакционной массы и ручной вакуумный насос.

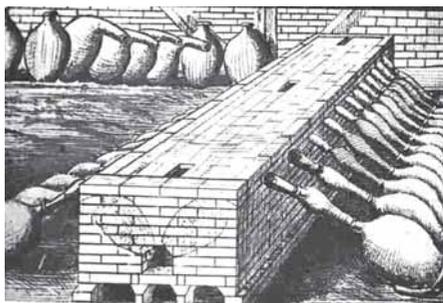
К началу XX века реторту из лабораторной практики вытеснили более совершенные приборы, такие, как колба Вюрца и холодильник Либиха. Однако в каталоге «Лабораторная химическая посуда» Центракадемснаба (1963) реторта все еще присутствует. Кому-то может показаться, что запомнить назначение всех предметов на рисунке невозможно,



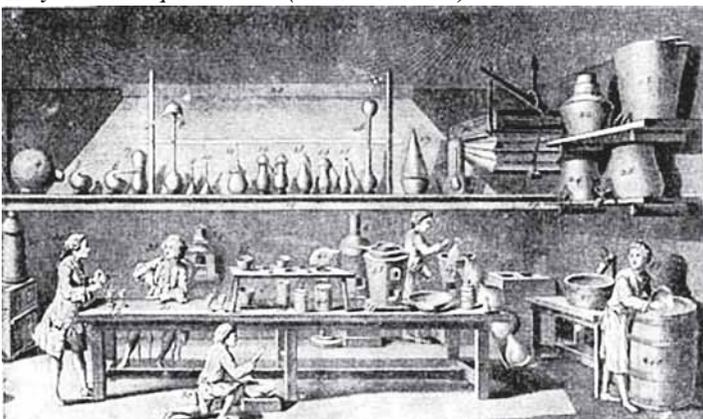
11  
Ян Матейко (XIX в.)



12  
Сэр Уильям Дуглас-Гамильтон (XIX в.)



13  
Получение селитряного масла (азотной кислоты)



14  
Лаборатория времен Лавуазье



15  
Макет химической лаборатории М.В.Ломоносова  
(Санкт-Петербургский университет)

но у практикующего химика такой проблемы не возникает.

В начале XX века перегонка и фильтрование в Лейпцигском университете (рис. 17) по приборному оформлению внешне почти не отличаются от современной практики. Для занятий начинающих химиков отводили один большой общий зал, где преподавателю было удобно наблюдать за работой учеников, проводивших несложные синтезы, — именно поэтому на снимках нет вытяжных шкафов. Для профессоров, их помощников и других лиц, которые вели самостоятельные исследования, устраивали отдельные небольшие комнаты с вытяжными шкафами.

Через некоторое время после исчезновения алхимии художники потеряли всякий интерес к изображению лабораторных помещений, да и фотографов они занимали недолго. Эстетически более привлекательными стали интерьеры концертных залов, мастерские художника или скульптора. Лишь редкие энтузиасты делали снимки в лабораториях (рис. 18), и благодаря им мы можем узнать, как выглядела лаборатория в середине XX века. В больших лабораторных помещениях непременно присутствует таблица Менделеева, вытяжные шкафы становятся неотъемлемой частью интерьера.

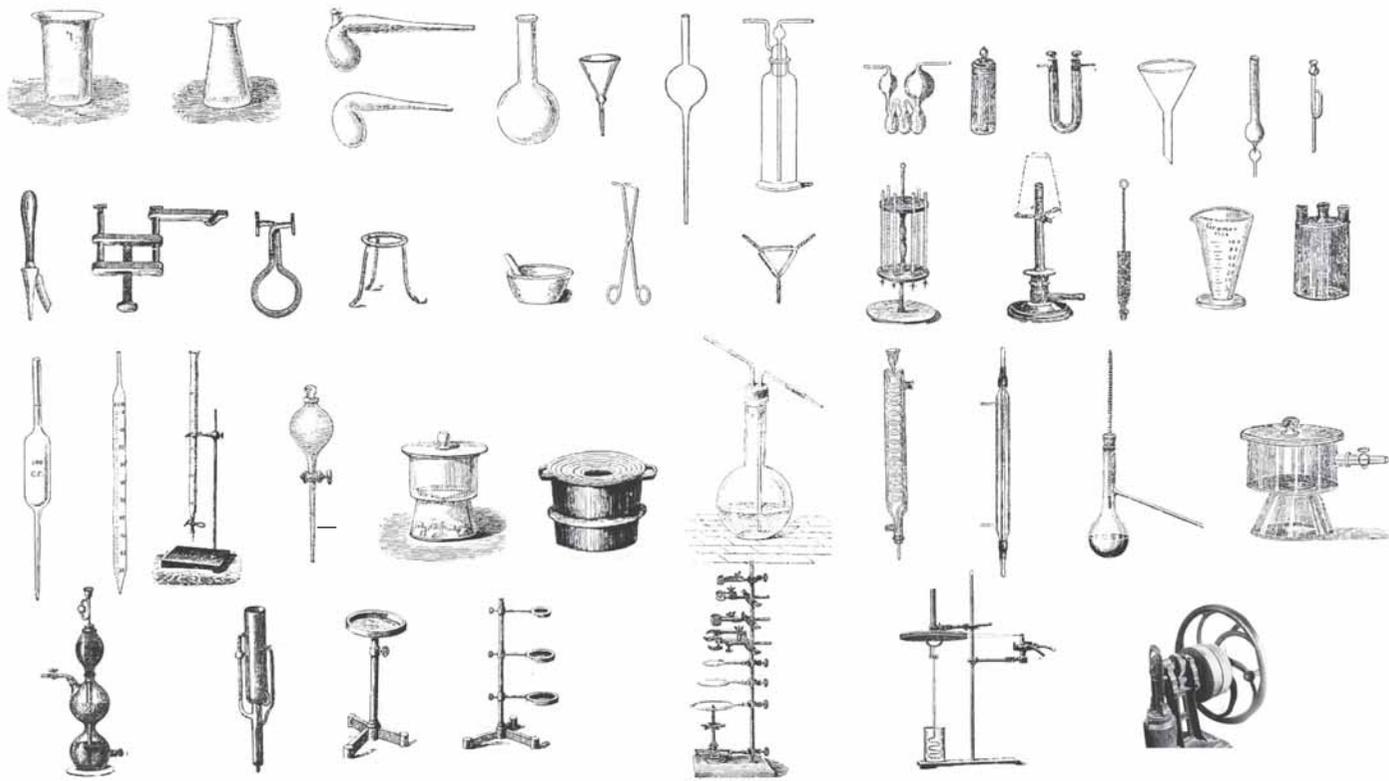
Опять же характерно, что на лабораторных столах строгий «аптечный» порядок, как правило, отсутствует. Это неизбежная примета большинства лабораторий, в которых проводят исследовательские работы (рис. 19).

## Современные апартаменты

К концу XX века внутреннее убранство лабораторий сильно меняется. В практику входят магнитные мешалки с нагревом, электронные весы, роторные испарители. Впрочем, традиционный чугунный штатив с лапками и кольцами практически не изменился. Часто используют так называемую линию Шленка (рис. 20) — она дает возможность проводить эксперименты в атмосфере инертного газа. Чтобы добавлять жидкости и растворы в реакционную емкость, используют шприцы, протыкающие резиновые пробки. Различные части приборов соединяют при помощи герметичных шлифов. Реакционный раствор перемещают из одного сосуда в другой вакуумом или давлением инертного газа.

Заметная часть усилий химика-синтетика уходит на доказательство строения вещества. Для этого используют разнообразные спектрометры, дифрактометры, электронные, сканирующие и атомно-силовые микроскопы, хроматографы. Однако сегодня речь не о них, мы остановимся на рабочей обстановке в лаборатории, где работают химики-синтики. Образцовые и парадные снимки можно сделать там, где проводят простые однотипные опыты или серии стандартных анализов (рис. 21).

Истинную обстановку в синтетической лаборатории можно увидеть только на любительских снимках. Как уже было сказано, химики считают самым



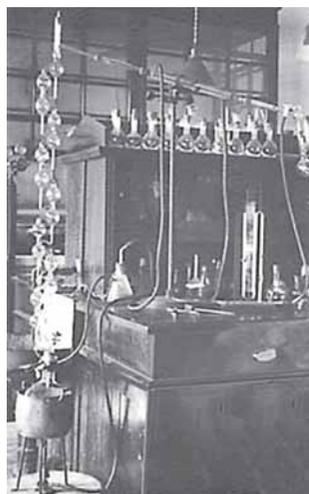
16  
Приборы и лабораторное оборудование,  
использовавшиеся в начале XX века



17  
Лаборатория Лейпцигского университета  
в начале XX века



18  
Санкт-Петербургский политехнический  
институт, первая половина XX века



19  
Казанский университет,  
первая половина XX века

занимательным то, что происходит в реакционной колбе, потому и таких снимков немного.

Современные вытяжные шкафы позволяют собирать приборы любой сложности. Холодная и горячая вода, инертный газ, сжатый воздух и вакуум подаются по трубам разного цвета. Шланги, подходящие к приборам, также окрашены в разные цвета (рис. 22).

Перегонку растворителей проводят не в колбе Вюрца с наклонным холодильником Либиха, а в более компактных установках, где холодильник расположен вертикально. Вместо одиночных штативов используют в основном металлическую решетку, которая дает больше свободы при сборке приборов (рис. 23, 24).



20



21

22





23



24



25



26



27

Непременные атрибуты — роторный испаритель для отгонки растворителя, электронные весы и воздушный пистолет (напоминающий фен), который подает струю горячего воздуха (до 500°C). Такой пистолет используют для нагревания небольших реакционных сосудов или отдельных частей прибора (рис. 25, 26).

Полки для сухих реактивов закреплены так, чтобы можно было менять расстояния между ними (рис. 27). И, конечно, неизменная таблица Менделеева.

Жидкий азот (хладагент) доставляют в лабораторию в больших сосудах Дьюара на наклоняемых тележках, откуда его можно перелить в маленькие металлические дьюары (рис. 28). Примечательно, что наиболее популярного прибора всех научных лабораторий — персонального компьютера — на рабочем столе химика нет. Чаще всего он стоит на отдельном столике. Дело не в том, что химики стараются его уберечь от вредных паров (все агрессивные и пахучие вещества стоят на полках в вытяжном шкафу). Просто на лабораторных столах всегда не хватает места, а там важнее разместить все, что нужно для эксперимента.

Интереснее всего выглядит рабочий стол у аспиранта третьего года обучения, когда поджигает срок окончания аспирантуры (рис. 29). «Энтропия» рабочего места почти такая же, как на гравюрах с алхимиками. Такие снимки гораздо ближе к жизни, чем различные рекламные проспекты.

Несмотря на то что живописцам уже не интересна химическая лаборатория, отдельные мастера все же делают художественные сувениры «по теме» (рис. 30). Аппарат для дистилляции, называемый в быту самогонным аппаратом, изящно оформлен и представляет собой действующую настольную модель.

Хорошо знакомый каждому химику-синтетику интерьер лаборатории кажется некоторым энтузиастам-фотографам столь же привлекательным, как и натюрморты старых фламандских мастеров, где на больших дубовых столах навалено горой сказочно щедрое изобилие сочных овощей и фруктов, битой птицы и блестящих рыб. Кстати, несмотря на достижения современной химической науки, основные процедуры, сопровождающие получение новых веществ, остались почти прежними — смешение реагентов (в растворе или расплаве), нагрев, перемешивание...

В заключение отметим, что, например, в фотографии и кино исторически ценны не только снимки и фильмы, но и камеры, аппараты, осветительные приборы, пленка и бумага. Историю химии составляют прежде всего вещества и ре-



28



29



30

акции. Между тем бензол, впервые выделенный Фарадеем, ничем не отличается от «современного» бензола. Зато обстановка, в которой происходили все открытия, сильно изменилась. Такая история химии тоже интересна и, безусловно, тесно связана с самой наукой.



53

# Капуста

## Капустный трансформер

Все капустные культуры относятся к одному виду — капуста огородная (*Brassica oleracea* L.). На побережье Средиземного и Черного морей сохранился ее дикий предок — капуста лесная (*Brassica silvestris*), довольно высокая трава с крупными листьями. Люди издавна ее ели, отбирая растения посочнее и листья покрупнее. И доотбирались.

Если нас интересуют только листья, то пусть их будет побольше и лучше без стебля. В результате получаем знакомый круглый кочан с большими листьями и стеблем-кочерыгой. Все сорта кочанной капусты можно объединить в две группы: белокочанные и краснокочанные. Листья краснокочанной капусты, фиолетовые или лиловые, окрашены пигментом цианидином (от греческого *κυανος* — темно-синий).

Есть капуста с более рыхлым и мелким кочаном — савойская. Листья у нее крупнее, чем у кочанной, тонкие и морщинистые. К этому же модельному ряду следует отнести пекинскую капусту, однако у нее кочан совсем рыхлый, скорее даже розетка.

Кочан напоминает гигантскую почку. Но обычно у растения почек много. Увеличивая именно их, мы получим брюссельскую капусту. Ее кочанчики и есть нераскрывшиеся листовые почки. Стебель у брюссельской капусты высокий, до метра, и ветвистый.

А теперь забудем о почках и листьях и будем отбирать исключительно крупные стебли. Получим капусту кольраби, она же репная, с круглым стеблеплодом. У разных сортов он бывает светло-зеленым, малиновым и разных оттенков фиолетового. В старых стеблеплодах много грубых волокон, поэтому едят только молодые. На вкус это что-то среднее между кочанной капустой и репой.

Капуста, у которой вся сила ушла в соцветия, так и называется — цветная. Мы едим сильно утолщенные мясистые бутоны, не развившиеся в нормальные цветки. Но если капустную головку вовремя не срезать, цветки все-таки разовьются и даже дадут зрелые семена. В отличие от остальных двухлетних капуст, цветная — однолетник. Форма, у которой цветки образуют не бесформенную массу, а отдельные пряди, называется брокколи.

Плоды у капусты тоже есть — стручки с «носиком», то есть пустым верхним участком стручка, но они несъедобны.

## Чем питательна капуста

Питательных веществ в капусте немного, в основном это клетчатка, пектиновые вещества, сахара и белки. Их содержание в разных культурах различной %

По количеству белков капуста занимает одно из первых мест среди овощей. Еще она содержит органические кислоты, яблочную, лимонную, янтарную, фумаровую и щавелевую, а, кроме того, великолепный комплекс макро-и микроэлементов: калий, цинк, магний и марганец, медь, железо, фосфор, хлор, иод, а кальция в ней даже больше, чем в молоке.

## Капустные витамины

Во всех капустах есть витамины В1, В2, В5 (пантотеновая кислота) В6, РР, многие богаты каротином — предшественником витамина А. Капусты — ценнейший источник витамина С. Во-первых, его там много, а во-вторых, он сохраняется, не разрушаясь, в течение 7–8 месяцев. Таким свойством не обладает больше ни один овощ, а из фруктов витамин С сохраняют только цитрусовые. Комплекс витаминов С и В5 предупреждает резкое повышение уровня липидов (жиров) и холестерина в крови при эмоциональных срывах (состояние гнева, страха и т. д.). Но отдельного упоминания достоин витамин U (от слова «улькус» — язва), он же S-метилметионинсульфоний-хлорид, присутствующий только в белокочанной капусте. Витамин U навешивает свои метильные группы на разные соединения, в том числе на гистамин, который усиливает секрецию желудочного сока, вызывает спазм гладких мышц матки, кишечника и сосудов и участвует в развитии аллергических и иммунных реакций. Метилирование инактивирует гистамин, поэтому капустный сок, богатый витамином U, способствует заживлению язвы желудка, активизирует работу мышц кишечника, снимает симптомы пищевой аллергии, поллиноза и бронхиальной астмы. А еще витамин U препятствует накоплению жира в печени. Богата белокочанная капуста и витамином К. Он тоже помогает работе печени и необходим для нормального обмена веществ, заживления ран, свертываемости крови, формирования костей и здоровых зубов.



### Почему капуста помогает похудеть

Белокочанная капуста – средство для похудения. И дело не только в том, что в ней практически нет крахмала и жира и она низкокалорийна: 100 г сырой кочанной капусты содержат всего 24 ккал, а вареной на пару — 15 ккал. Комплекс капустных витаминов нормализует обмен веществ и работу органов пищеварения. Тому же способствует клетчатка, которая улучшает моторику кишечника и выводит из организма шлаки и холестерин. Поэтому, кстати, капуста предупреждает развитие атеросклероза. Еще одно похудательное вещество капусты — тартроновая, или оксималоновая, кислота, которая тормозит переработку поступающих с пищей углеводов в собственный жир организма. Все вышесказанное не означает, что худеющие должны сесть на монокапустную диету — просто этим овощем нужно дополнять трапезу.

### Ода квашеной капусте

Квашеная белокочанная капуста едва ли не полезнее свежей. Она не проходит тепловую обработку и потому сохраняет все полезные свойства сырого продукта. Квашение представляет собой молочнокислое брожение. Бактерии, которые его осуществляют, попадая в кишечник, вытесняют из него вредную микрофлору. При квашении образуются молочная и уксусная кислоты, подавляющие развитие гнилостных бактерий. Еще один продукт деятельности молочнокислых бактерий — витамин В12. Основным источником этого витамина — мясные продукты и натуральные дрожжи, а растения его практически не содержат. Так что налегайте на квашеную капусту, вегетарианцы!

Этот продукт — богатейший источник витамина С. Джеймс Кук залогом здоровья матросов полагал квашеную капусту, первое средство от цинги, и без ее запаса в плаванье не выходил.

Чтобы капуста оставалась вкусной, ее нужно хранить в прохладе. При более высокой температуре бактерии сбрасывают на молочную кислоту весь сахар, и капуста становится кислой.

### О пользе других капуст

Мы всячески расхвалили белокочанную капусту, но и другие культуры содержат почти такой же комплекс микроэлементов и витаминов группы В. В соке брюссельской капусты особенно много выводящего жидкость калия, поэтому она полезна гипертоникам. В ней, а также в цветной капусте, мало грубых волокон, что делает эти продукты полезными для всех желудочно-язвенников. Сердечникам нужно налегать на краснокочанную капусту, поскольку ее красный пигмент укрепляет стенки кровеносных сосудов. А диабетикам все капусты хороши: в них почти нет крахмала и очень мало сахарозы.

### Противопоказания

Как ни полезна капуста, ее можно не всем. Даже диетическая цветная капуста противопоказана людям, страдающим почечнокаменной болезнью, так как богата пуринами.

Но из всех капуст для нас важнее всего — белокочанная. В свежем виде она противопоказана при панкреатите, после хирургических операций на брюшной полости и грудной клетке, потому что от клетчатки может пучить живот. При особо сильных обострениях язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки капуста превращается из лекарства в раздражающий фактор. Квашеная капуста при этих заболеваниях тоже не слишком полезна, а из-за солёности своей она вредна гипертоникам и пациентам с больными почками и печенью. В этом случае квашеную капусту надо хорошенько отмывать от рассола.

### С какими продуктами сочетается капуста

Из белокочанной капусты делают салаты, варят щи, тушат ее и готовят на пару, маринуют, закупаживают и вертят из нее голубцы. Краснокочанную капусту ценители считают более вкусной и едят в основном в свежем и маринованном виде, иногда тушат.

Савойская капуста для квашения не годится и лежит плохо. Ее употребляют для пирогов, голубцов, щей и салатов. Отдельное блюдо — обжаренные капустные листья. Так же используют пекинскую капусту.

Брюссельская капуста — самая богатая белком и витамином С. У нее очень сильный аромат, поэтому ее не рекомендуется соединять в одном блюде с более нежными продуктами. Чаще всего из брюссельской капусты готовят супы и гарниры к мясным блюдам, или же заливают кочанчики яйцом.

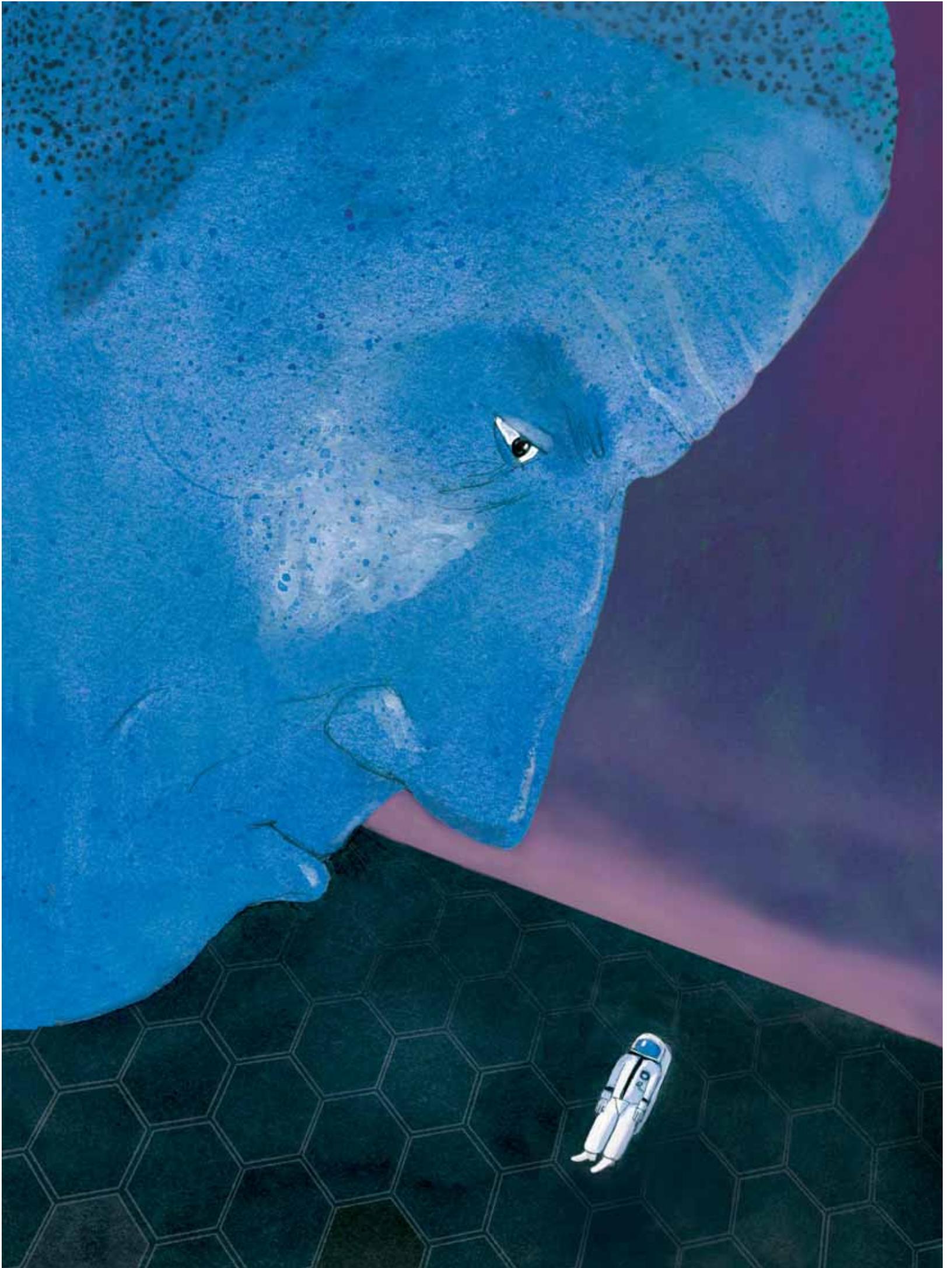
Цветную капусту и брокколи тушат, варят и обжаривают, из них получают овощные пюре и супы-пюре. Вкус цветной капусты выигрывает от сочетания с молоком или яйцами, а брокколи сочетается с макаронами, оливковым маслом и чесноком.

И наконец, кольраби. Из нее, вареной или сырой, мелко натертой, делают салаты, варят суп, ее тушат и фаршируют.

Н. Ручкина

ЧТО МЫ ЕДИМ





# Третий

Владимир Яценко

Рехнуться в космосе — плевое дело. А на высоте семисот километров над фотосферой Солнца для этого дела и плевать не надо: когда выгорит последняя отражательная пластина в любой из кассет экрана, от меня даже плазмы не останется. Есть от чего вздрогнуть. Наверное, поэтому меня ничуть не обеспокоил строгий, чуть хриплый голос:

— Кто здесь?

Ему немедленно ответил тонкий детский голосок:

— Где?

— Спроси лучше «когда», — отозвался хриплый.

Голоса звучали отчетливо, ясно. Как если бы у меня за спиной кто-то беседовал со своим любознательным сыном. Я обернулся. Зря, конечно.

Людей я не увидел. Звезд и черной глубины космоса тоже не наблюдалось — мешал слой багровой протоматерии примерно в полукилometре над головой. Слой заметно зеркалил, и я мог видеть себя — крохотного себристистого муравья, ползущего по серой, теневой стороне Зонта. Муравей был жалок и несчастен. Он толкал тележку с кассетой светоотражающих пластин, страдал и потел. Зонт в этом ракурсе уже не казался достижением технической мысли человечества. Десять гектаров тени на фоне безбрежного, в полнеба, Солнца напоминали погребальный плот, а не убежище.

А ведь был еще эруптивный протуберанец, фиолетовые контуры которого все отчетливее проступали сквозь кисею протоматерии. Эта штука, размером с сотню таких планет, как Земля, имела температуру пять тысяч градусов и через несколько часов должна была рухнуть мне на голову. Как только это случится, я умру. А значит, закончится наша беседа. Жалко, правда? Только ведь начали...

Кстати, меня зовут Иван. Ударение на первой букве, если не затруднит. Не думаю, чтобы это имело значение, но даже в последние минуты хочется быть тем, кем был при жизни, верно? И чтобы эти минуты были свободными от недоразумений, уточню: героизма в моем положении нет — всего лишь жадность и невезение.

Разумеется, жадность. Погнался за премиальными. «Кто глубже в Солнышко нырнет, большую денежку найдет». Донырлся! Как оказался в такой близости от светила — понятия не имею. Критическим приближением Зонта к Солнцу полагают сто тысяч километров, я — на семистах, а как это получилось и чего делать дальше, спросить не у кого: связь не работает.

— Предлагаю обсуждать вопросы в порядке их поступления, — между тем сказал Хриплый. — Я из этой звездной системы. Четвертая планета.

— Я был там, — ответил ребенок. — Тупая растительная жизнь. Разума не обнаружил. Я — с пятой.



ФАНТАСТИКА

— Ты сам тупой! — обиделся Хриплый. — Нет никакой пятой. Пояс астероидов — вот что такое твоя пятая.

— Блин! — В голосе ребенка послышалось отчаяние.

— Почему «блин»? — поинтересовался Хриплый.

— Хрен знает!.. — Ребенок немного помолчал и добавил: — Только не спрашивай. Я не имел в виду растение. Я вообще ничего не имел в виду.

Отражательная сторона Зонта не рассчитана на такую мощность излучения и поэтому стремительно выгорает. Сотовая архитектура: каждая ячейка — это кассета с отражательными лепестками. Когда обращенная к Солнцу пластина приходит в негодность, на ее место поднимается нижняя. Будто патроны в обойме пистолета. Когда сгорит предпоследняя, на индикаторной панели загорается сигнал тревоги. Тут-то и мой выход. Ну а если не успел или кассеты закончились, значит, самое время отправляться к праотцам. Но до этого еще далеко. На психотренингах нам советовали думать только о позитиве. Вот я и думаю — в духе и соответствии.

И вы не волнуйтесь. В космосе волнение вредит здоровью. Вот я, к примеру, совершенно спокоен. Потому что точно знаю: до прихода факела кассет мне хватит. Ну а после кассеты будут не нужны. И воздух мне не будет нужен. И это важно! Поскольку воздуха у меня нет. Вернее, он есть, но мало, часов на десять. А если скорость выгорания пластин не изменится, то кассет хватит часов на шесть. Фиолетовый факел упадет через три часа. Все сходится. Ура! — меня не успеет прикончить лучевая болезнь. Дозиметр я отключил еще два часа назад, ибо трещит, как проклятый, от позитива отвлекает. Надоел! Так что точно сказать, какую дозу я принял, не могу, но что за полтыщи бэр перевалило — уверен.

Поэтому совершенно не о чем беспокоиться. Полный порядок. Просто нужно быть внимательным: индикаторная панель расположена на манжете правой руки. Нетрудно проморгнуть требование системы заменить кассету — руки-то заняты! После получения тревожного сигнала следует уточнить адрес и, осторожно переставляя магнитные башмаки, дотолкать к нужному месту тележку. Поле Зонта — это «пчелиные соты» на шестьдесят тысяч сегментов. Легко ошибиться... Представляете сюрприз: замещаешь «здоровую» кассету, а в двух шагах от тебя прорывается первый ослепительный луч! Красиво, наверное. Но фатально: на лекциях нам объясняли, что при таком раскладе Солнце выпарит всю конструкцию изнутри примерно за полторы минуты. Жест!

— Не будем отвлекаться, — строго сказал Хриплый. — Первым был вопрос «кто?». Давайте для упрощения отождествим собственные имена с номерами наших пла-

нет? Я — Четвертый. Прибыл к светилу с исследовательскими целями. И я — действительно растение.

— Ладно, я — Пятый, — уныло представился тот, кто говорил как ребенок. — Я — насекомое. Здесь тоже из любопытства... И че, совсем-совсем ничего от моей планеты не осталось?

— Прекратить ныть! — приказал Четвертый. — Увлечись исследованиями, мы опустились ниже горизонта событий и сейчас находимся вне времени и пространства. Моя раса разработала математические модели, которые допускают возможность подобных ситуаций.

— Но из этого следует, — сказал Пятый, — что мы не сдохли насовсем. Коль скоро нас тут двое, значит, другие представители наших рас не попали в эту ловушку...

— А это может означать, что мы благополучно выбрались и рассказали у себя дома об опасности звездных погружений, — подхватил Четвертый. — Это обнадеживает... Ну хорошо, с «кто» и «где» вроде бы разобрались. А что у нас с «когда»?..

Рельсы приводят к оранжевому квадрату с нужным номером. Устанавливаю тележку строго по маркерам и нажимаю кнопку «замена». С моего места не видно, но я знаю, что под тележкой распахиваются створки и автомат выдавливает сменную кассету на место отработанной. Вся процедура длится секунду, может, две. Поворачиваюсь и тяну транспорт назад, к пакгаузу. Вибрация шплинтов скольжения в пазах направляющих рельсов хорошо чувствуется через рукавицы. Вот-вот загорится тревожный сигнал с новым адресом. Нужно, чтобы к этому времени свежая кассета уже лежала в захватах, а сама тележка стояла на поворотном кругу железнодорожного терминала.

Из округлого бока склада уродливым горбом выпирает модуль жизнеобеспечения — размером и формой с дачную уборную. Это оттуда я управлял двигателями, спрятанными в тени Зонта. Дюзы направлены в сторону, противоположную моему движению по орбите. Предполагалось, что, отработав ресурс на минимальном, но расчетном расстоянии от Солнца, я запущу двигатель и они по раскручивающейся спирали вынесут меня к челноку, который снимет с датчиков добытую информацию и заменит пилота. То есть меня. Да!

Это очень хороший план! Замечательный план! Замените меня! Срочно!

Останавливаюсь и чуток добавляю кислорода в дыхательную смесь. Мне только истерики не хватало.

Чтобы успокоиться, оглядываю двигатели: большие! огромные! надежные! гордость российского космпрома! Жаль, горючего нет — спалил я все к едрене фене, пытаюсь выбраться. Зато орбиту стабилизировал!..

— У меня на родине думают, что Солнцу три миллиарда лет, — сказал Пятый.

— А у нас полагают, что оно на миллиард лет старше, — отозвался Четвертый.

— Что такое, по-твоему, «лет»? — поинтересовался Пятый.

— Забавно. Я почему-то взял за единицу отсчета период обращения третьей планеты. Такое впечатление, что я думаю чужими мыслями.

— Так само (??), коллега. Прости за скудость тезауруса и фиговость логических связей...

— Опять обостряешься?

— И не думал. Не знаю, отчего все время на растения пробивает.

— Общие представления о мире также не радуют широтой, — подытожил Четвертый. — Я не могу адекватно формулировать мнение. Это смущает. Почему мы слышим друг друга?..

Предчувствия не обманывают: едва успеваю закрепить кассету, как на манжете вспыхивает новый тревожный номер. Разворачиваю круг и выгоняю тележку на нужную радиальную магистраль. Постукивая магнитными башмаками, иду с грузом к ячейке, которая нуждается в срочной замене. Тяжко, душно, жарко. Эта процедура должна исполняться автоматом. Но он сломался, не выдержал плотности электромагнитного излучения. Человеческие мозги и плоть оказались крепче стали и транзисторов

По стрелке перехожу на нужную дугу.

Зачем я это делаю?

Мне — конец. Кажется, уже говорил. Протуберанец, кислород, радиация. А еще никто не придет на помощь...

Добираюсь до проблемной ячейки и нажимаю кнопку замены.

Все время хочется смахнуть пот со лба. И утереть соплю — губы и подбородок мокрые. Железо и соль... вкус крови.

Не хочется умирать...

— Склонен полагать, что наши мысли встречаются в каком-то буфере. Предлагаю называть его «Третий», поскольку мы воспользовались летосчислением третьей планеты.

— Третья стерильна! — Детский голосок Пятого полон удивления. — Вулканы, грозы, ультрафиолет...

— Это в вашем времени, — замечает Четвертый, — миллиард лет спустя там стало довольно любопытно. Но может, не стоит сердить условно Третьего? Тем более что он предоставил нам возможность общения?..

— Не совсем так, коллеги, — вклинивается новый голос, женский. — Я — Вторая. Коммуникация и в самом деле обеспечивается посредством Третьего. Но моими силами. Электролит-коллоид по каким-то причинам не отзывается, но я уверена, что он нас слышит.

— Привет, Вторая! Я — Четвертый.

— Привет, Вторая! Я — Пятый.

— Я — Вторая, привет всем. Предлагаю обсудить порядок эвакуации...

Надо было признать, что голоса за спиной неплохо скрашивают последние минуты. Что и говорить, смерть — странная штука: думаешь, чувствуешь, живешь, и вдруг бац! — ничего. Но ведь учили: «что-то» не может превратиться в «ничто». Как и «ничто» не может породить «что-то». Значит, есть где-то емкость, из которой мы все берем и куда уходим в конце.

Когда администрация проекта «Солнце для всех» развесила на биг-бордах слоган «Обогащайтесь с нами», я ни секунды не раздумывал: как посадил пассажиров, так и заехал в ближайший офис Компании. Документы всегда с собой. Потом были слезы Насти и круглые глаза Алешки: папа — космонавт! Сыну не объяснить, а Насте — лучше моего понимала, что жизни нет. Бедность у опасной черты, ниже которой только нищета. На еду как-

то хватало, а вот за квартиру заплатить — не всегда. Так что размышлений — ноль. Мне дали шанс, и я за него ухватился. Потом медкомиссия, тесты, лекции, тренировки, симуляторы... и горы бумаг: отказ от претензий в случае увечья, завещание на случай смерти, «о рисках предупрежден», «с техникой безопасности ознакомлен». А теперь я провалился на Солнце.

И черт подери, это здорово! Потому что в страховку я вбухал всю первую получку. А платят таким, как я, будь здоров! Остается немножко потерпеть, и моя семья получит достаток.

— Принято, Вторая. Я — Четвертый. У меня сгорел двигатель. Движение ограничено маневрированием неподалеку от светила. Зато силовой агрегат исправен. Энергии хватит, чтобы убраться за орбиту девятой, но не к чему эту энергию приложить.

— Я — Пятый. Обратная картина. Все работает, но не хватает мощности, чтобы оторваться от звезды.

— Вторая. Только каботаж. Маршевые двигатели не предусмотрены конструкцией. К фотосфере меня опускали на силовом тросе. Вы можете объединить свои устройства?

— Для этого нужно уточнить...

Минут десять они уточняют, перемежая мудреные термины с родными и понятными «фиговинками», «фигнюшками» и «пришпандорить». Потом Пятый заявляет:

— Нифигасе! Кажется, вдуплился, ой! Я не о растении... Но для монтажа узлов нужна тень. Чтобы совместить энергетическую установку Четвертого с моим локомотивом, нам обоим придется выключить защиту. В такой близости от Солнца — это верная смерть.

— Есть еще одно, — хмуро говорит Четвертый. — Мы в «нигде» и в «никогда». Объединив усилия, мы уйдем на безопасное расстояние от звезды, но как нам попасть в свое время?

— Начнем с объединения, — перебивает Пятый. — Ноль навигации. Я понятия не имею, где нахожусь.

— Аналогично, — признает Четвертый. — Как же мы встретимся, если не можем определить местоположение?

— И где мы найдем тень от звезды? Здесь повсюду звездеч!

Множественное расщепление личности успокаивало. Ведь если бы, скажем, моя деформированная близкой кончиной психика порадовала раздвоением, мне пришлось бы последние часы провести в бесплодных спорах с самим собой о том, кто из нас главный и кому умирать взаправду, а кому только «кино смотреть». А так — я просто слушал базар осколков разума, не напрягаясь, без тревог и волнений. Это примерно как наблюдать за рыбками в аквариуме.

Вы только не подумайте, что я и по жизни тормоз. Ничуть! Просто весь этот не улыбок как-то на руку: крутиться, как вошь, за копейку достало. А для настоящих денег мозгов не хватает. Вот и выходит, что для моего семейства мертвый отец лучше живого. Пенсия, страховка... Мне и за тысячу лет таких денег не наишачить...

Тут шевельнулась предательская мысль: что-то уж слишком я на финансовую сторону налегаю. Это я так угариваю себя не истерить?

И диарея замучила. Кишечник решил сагонизировать



## ФАНТАСТИКА

первым. Интересно, на сколько литров рассчитан калоприемник скафандра? Когда-то знал...

— Придержите языки, мальчики! — В голосе Второй усмешка. — У меня с навигацией порядок. Вижу вас и вижу тень. Интересует?

— Интересует!

— Ясен день!

— Вторая — Пятому. Не поняла.

— Четвертый — Второй. У Пятого проблемы со словарным запасом Третьего. Тезаурус на четверть из жаргона. Пятого вопрос навигации тоже интересует.

— Вторая — всем. Наблюаю объект с огромной площадью тени. Готова сообщить ваши координаты и координаты точки рандеву. В обмен на свою эвакуацию, разумеется.

— Я — Пятый. Согласен. Уточните систему отсчета.

— Расстояние до центра, угол к экваториальной орбите, время прохождения зенита...

— Неплохо. Что у нас будет экватором? Это Четвертый спрашивает.

— Я — Пятый. А как мы отличим зенит от надира?

— Экватором назовем область поверхности светила с минимальным периодом вращения, зенитом будем полагать точку, из которой вращение светила будет наблюдаться по часовой стрелке...

Их изысканная терминология опошляется массивами чисел, а я, получив новый тревожный сигнал, спешу в западный сектор. По-прежнему не могу понять, зачем я все это делаю. Как будто есть разница: умереть часом раньше или часом позже. Какой прок в оттягивании неизбежного? Но с другой стороны, разве возможность — не побуждение к действию? Если можешь, значит, должен. Не к этому ли сводится необходимое условие выживания?

Не исключено, что моя алчность не стоила бы мне жизни, будь моя лохань хоть чуточку мощнее и современнее. Но чего нет, из-за того умираю. Думаю, что некоторые узлы и механизмы еще помнят времена Юрия Гагарина. Удивляться нечему: в последней империи строили на века, а нынешние корпорации — босота, экономят, на чем могут. И даже исследования Солнца, сулящие запасы энергии на миллиарды лет вперед, стараются проводить на оборудовании прошлого тысячелетия.

И теперь мне помочь может только волшебник. Тот самый, что в голубом вертолете. Или из диснеевского мультика про Аладдина... тоже голубой, нифигасе! А какого черта все эти волшебники голубые? Интересно, они только «своим» помогают?

Меня все-таки вырвало...

— Пятый — всем. Я на месте. Здесь действительно до фи́га тени.

— Я — Вторая. Уточните, «до фи́га» — это достаточно для ремонта?

— Я — Четвертый. Вижу тень. Вижу Пятого. Тени хватает, чтобы начать работу.

— Я — Вторая. Вижу вас, мальчики. Плохие новости. Объект на грани разрушения. На нас опускается облако плазмы. Исполнительное устройство, которое обеспечивает функционирование объекта, нестабильно. Нужно торопиться!

— Приступаем...

Противно. Пузыри от рвоты свободно плавают около щек и носа, внутреннее стекло шлема в кляксах крови, да и сам я в слезах и в поту. Как это замечательно, что Алешка никогда не узнает, как умирал его отец! В слезах, дерьме и рвоте... Если, конечно, «голоса за спиной» ему не расскажут...

Неожиданно приходит в голову, что «голоса» могут принадлежать реальным существам. Идея спасения шокирует. Я так свыкся с безысходностью, что непрошенная надежда оглушает. Смена кассеты и возвращение к складу требуют значительных усилий. Едва сдерживаюсь, чтобы не бросить все к чертям и не начать поиски инопланетян. Но дисциплина побеждает: только после того, как очередная кассета уложена на тележку, внимательно осматриваюсь. Что, если родня по разуму под «тенью объекта» понимает тень моего Зонта?

И вправду, прямо над головой что-то темнеет. Расстояние не разобрать, перспективу смазывает приближающийся фиолетовый факел. Вновь оживает индикатор состояния зеркала. Начинаю тревожиться: а хватит ли кассет, чтоб дотянуть до огненной топки протуберанца? Почему-то начинаю «болеть» за него. Он на тысячу градусов холоднее Солнца. Я же не враг себе? Конечно, пусть первым будет факел. Он прохладнее... Я сделаю только пшс-с-с... — раз и все. Как зуб вырвать. Даже быстрее...

— Четвертый — Второй. Реконструкция закончена. В качестве дока для вашего аппарата предлагаю грузовой трюм. Подтвердите согласие.

— Вторая — Четвертому. Вижу ворота трюма. Масштабы у вас! Влетаю...

— Пятый — Четвертому. Преобразователь к работе готов. Энергия ваша. Взятся на жесткий швартов.

— Принято, Пятый. Проверка работоспособности локомотива удовлетворительна. Все готовы к отправке?

— Я — Вторая. Готова.

— Я — Пятый. Мотаем отсюда.

— Нет, — говорю я вслух. — Надеюсь, что я — Третий. Я не готов. Возьмите меня с собой, пожалуйста.

В глазах темно, я дрожу, и меня вот-вот опять вырвет. Едва не пропускаю очередной сигнал смены кассет.

— Пятый — Третьему. Сообщите, где находитесь. К нам приближается облако плазмы.

— Где нахожусь? — отрываю взгляд от тележки. Пот застилает глаза и висит мутными каплями на бровях. Но темное пятно на фоне косматого протуберанца вижу отчетливо. — Прямо под вами я нахожусь. Спускайтесь!

— Разумеется! — Темное пятно становится ближе. — Уточните свое положение.

Я и рад ответить, но меня отвлекает кассета. Две секунды на замену. Все! Никакого пакгауза. Бежать!

— Да вот он я, здесь! — поднимаю в призыве руки и вдруг касаюсь чего-то вязкого. — Что за черт!

— Внимание! Столкновение! Третий, мы столкнулись с исполнительным механизмом. Уточните свое положение.

С ужасом смотрю на руку. Перспектива вернулась. Темный предмет расплывчатым облаком блуждает над головой. Он не больше футбольного мяча.

Он слишком мал!..

От ужаса хочется выть. Шатаются зубы. Рот полон крови. Сглатываю.

— Я прямо под вами. Похоже, что «исполнительный механизм» — это и есть я.

Пауза.

— Это Пятый. Я могу поделиться с Третьим энергией.

— Мои двигатели на химическом топливе, — отвечаю и вздрагиваю: опять тревожная индикация. Мне нужно сменить кассету в Восточном секторе. — Спасите меня, братцы!

Мой голос стал хриплым. Время вышло. Пора говорить миру «прощай».

— Это Вторая. Я могу...

— Ты ни черта не можешь! — От собственного крика гложу. Возникает идиотское желание убавить громкость ларингофона. — Ты будешь жить, сука, а я содохну!

— Почему «сука»? — интересуется Вторая.

— Потому что мешаешь работать! — Я с остервенением стучу башмаками по обшивке, тороплюсь с тачкой к складу.

Должен успеть!

— Работать? — удивляется Вторая. — Уважаемый Третий. В этих условиях нельзя работать. Приближается облако ионизированной плазмы. Вы погибнете.

— Зато на посту, — гундосю, не в силах понять, отчего плачу через нос. Потом понимаю, что это не слезы, а кровь. — Моей родне до фи́га заплатят, — обессиленно шепчу, как молитву. — Жена, сын. Гробовые, страховые, пособие по утере кормильца... Все схвачено! Еще и внукам хватит. Начало династии, блин!

Качу долбаную тележку по долбаной колее, чтобы продлить долбаную жизнь еще на несколько долбанных минут. Какого черта я это делаю?

Господи Боже мой! Спаси меня! Я все для Тебя... Тебе... ТВОЮ МАТЬ! ВЫТАЩИ МЕНЯ ОТСЮДА!

— Третий неадекватен, — говорит Вторая. — Если можете с энергией, скопирую его матрицу.

— На что? — спрашивает Пятый.

— На факел. Если промодулировать облако плазмы психоматрицей Третьего, то существо обретет стабильность на другом физическом носителе. Нет разницы: ионы в электролите или ионы в плазме. Заряды, они всюду заряды. Заряды и поля.

Почему бы им не оставить меня в покое? Истерика кончилась. Остались только чувство опустошения в кишечнике и сильнейшая головная боль.

Заменил кассету и поплелся с тачкой обратно к складу. Загорелось сразу три тревожных ячейки. А вот теперь точно всё. Амба. Не фиг и пытаться.

Опускаюсь на колени и колочу кулаками по обшивке. Не с тачкой тут надо было ходить, а с ломиком. Разнести эту дуру вдребезги и напололам!

— Если скопировать Третьего на протуберанец, то сам Третий все равно погибнет!

— Необязательно. Его сознание очнется на новом но-

сителе и, возможно, что-нибудь придумает.

— Ты все-таки прибавь послушания и повинования, — обеспокоенно советует Четвертый. — Третий нас спас. Мы должны для него что-то сделать.

— Сделаем-сделаем, — обещает Вторая. — В новой матрице сохранятся и наши личности. С опытом и знаниями трех цивилизаций... я думаю, что синтетическое существо сумеет помочь не только ему, но и нам.

— Нам?

— Вернуться в свое время, — напоминает Вторая.

— Зашибись! — приходит в восторг Пятый. — У этого существа появятся новые, необычные свойства! Третий, Вторая сделает из тебя Бога!

— На фига? — шепчу. Хочется, конечно, крикнуть, но то ли сил убавилось, то ли запал иссяк. — Не делайте из меня кумира, дайте лучше денег!

Они молчат.

Зуд на голове доводит до исступления: выпадают волосы? Сколько же мне осталось? Где этот чертов факел? Почему я все еще жив?

Смотрю вверх, и становится не до вопросов: слой протоматерии растаял, испарился, а вместо глыбы пылающей смерти вижу свое синее лицо. Ну да, мое. Вон даже царапина от бритвы на левой скуле. Это я порезался, когда старпом по общей связи меня на летную палубу позвал. Не моя была вахта. Без очереди на смерть пошел... за сверхурочными.

Лицо дрогнуло и расплылось в улыбке. Губы шевельнулись, мелькнул лиловый язык.

Ну и рожа!

В наушниках шипит, сквозь помехи явственно слышит-



## ФАНТАСТИКА

ся знакомое слово. Неужели эта штука разговаривает?

— Слушаю! — говорит Лицо.

В ста метрах слева из-под поверхности прорывается ослепительный луч света. Лицо недовольно морщится, мигает, и вновь приходят сумерки — нет луча. Пропал. Вокруг только голубая, в синюшном освещении протуберанца, «изнаночная» сторона Зонта.

— Слушаю! — повторяет Лицо.

На индикаторной панели расцветает гирлянда тревожных сигналов. Присаживаюсь на тележку. Ясно, что не успеть. Хоть отдохну перед смертью...

Но с отдыхом тоже не ладится: в невесомости не посидишь. Только силы тратишь на удержание ног в согнутом положении. Вот ведь не прет!

— Слушаю и повинуюсь! — отчетливо звучит в наушниках.



skomm.ru  
СНЕЖНЫЙ КОМ

Хорошие тексты  
в достойном  
оформлении

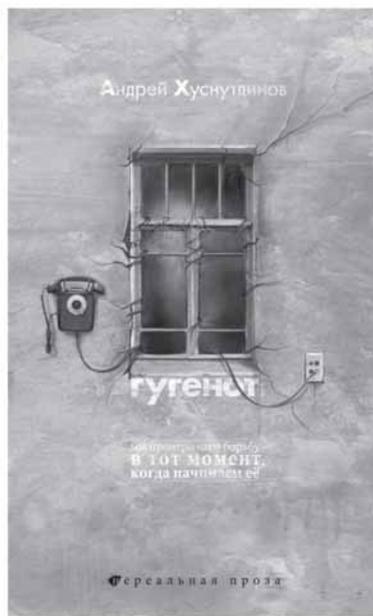
Узнавайте первыми  
о новых книгах издательства!

Сообщество в Живом Журнале

snezhnycom

<http://community.livejournal.com/snezhnycom>

новости, опросы, отзывы

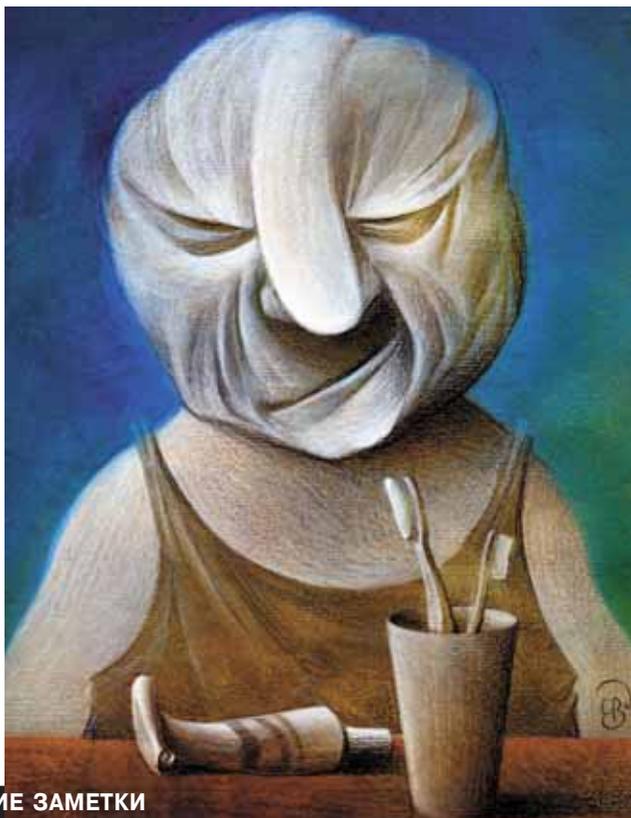


Новый нереальный роман  
от лонглистера «Русского Букера»  
Андрея Хуснутдинова  
«Гугенот»



Максим Хорсун. Его называют молодым Ван Вогтом — ничего удивительного! Фантастический роман «Рождение Юпитера» вполне соответствует такому сравнению. 





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

## Вирус для Homo electricus

Доктор Марк Гассон из Редингского университета (Великобритания) стал первым человеком, который подписал компьютерный вирус (агентство «AlphaGalileo», 26 мая 2010 года). К счастью, это случилось вовсе не потому, что вирус случайно перепрыгнул в его тело с монитора компьютера. Доктор Гассон поступил как великие врачи прошлого — заразил себя сам, чтобы посмотреть, как будет развиваться болезнь.

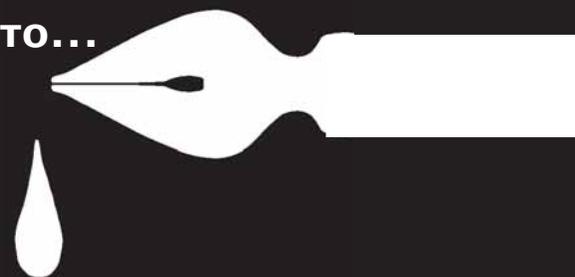
Дело в том, что именно в этом университете работает небезызвестный доктор Кевин Уорвик — первый человек, вжививший в себя микросхему и теперь в университете целая группа ученых изучает взаимодействие человеческого тела и вживленных электронных компонентов. А раз такой компонент есть, да еще и обменивается информацией с окружающей человека средой, то не будет ничего удивительного, если в него попадет компьютерный вирус. Вот доктор Гассон и решил на себе проверить, к чему это приведет.

Год назад в его руку вживили радиометку — несколько более сложную, чем электронный ярлык на товаре. Эта метка открывала перед ним двери университетской лаборатории и служила вместо пароля при доступе к сотовому телефону. Кроме того, всегда можно было точно установить место нахождения ученого. Вирус, внедренный в метку, разрушил систему связи, и вся схема перестала работать: двери не открывались, а телефон отказывался набирать номер в самый нужный момент. Если бы с меткой были связаны какие-то дополнительные похожие устройства, то вирус проник бы и в них, вызвав эпидемию.

«Как и многие люди с медицинскими имплантатами, я за год привык к вживленной микросхеме, она стала частью моего тела, — говорит доктор Гассон. — Мне было приятно стать первым человеком с компьютерным вирусом, однако я почувствовал сильный дискомфорт, ведь эта столь интимно близкая мне вещь вдруг вышла из-под моего контроля. Несомненно, в будущем вживление микросхем станет столь же обычным делом, как сотовые телефоны. Однако мы должны быть готовы к угрозам, связанным с этим новым этапом эволюции человека».

А.Мотыляев

## Пишут, что...



...в малонаселенном районе Австралии приземлилась капсула японского космического аппарата «Hayabusa»; есть надежда, что в ней находятся образцы астероида, впервые добытые вне Земли («New Scientist», 2010, № 2765, с. 5)...

...российские ученые получили нанотрубки, содержащие уран («Природа», 2010, № 5, с.11—17)...

...дешифрованы и представлены в виде карт и таблиц результаты космического мониторинга деградации Арала, площадь моря сократилась с 66400 км<sup>2</sup> в 1961 году до 10400 км<sup>2</sup> в 2008 году («Водные ресурсы», 2010, т.37, № 3, с.292—303)...

...на протяжении десятков и сотен миллионов лет прослеживается квазидвухсотлетняя и квазивековая периодичность колебаний климата, скорее всего, связанная с солнечной активностью («Геомагнетизм и аэрономия», 2010, т.50, № 2, с.147—158)...

...разработана модификация иммуноферментного анализа, которая позволяет определять белки сыворотки крови в субфемтомолярных концентрациях — по сути, единичные молекулы («Nature Biotechnology», 2010, т. 28, № 6, с. 595—599)...

...показано действие естественного отбора на гены, отвечающие за сниженную концентрацию гемоглобина и, следовательно, меньшую вероятность горной болезни, у коренных жителей Тибета («Proceedings of the National Academy of Sciences», 2010, т. 107, № 25, с. 11459—11464)...

...исследованы карты активности в зрительной коре кошки, возникающие при предъявлении животным крестиков и составляющих их палочек («Журнал высшей нервной деятельности», 2010, т.60, № 2, с.133—138)...

...впервые проведены радиоуглеродные датировки костей мамонта, шерстистого носорога, бизона и лошади, найденных на северо-западе России («Доклады Академии наук», 2010, т.432, № 1, с.120—123)...

...в раскопах Нижнего Новгорода исследована погребенная почва, которую вспахивали однозубой сохой в конце X века («Почвоведение», 2010, № 5, с.515—526)...

...консультирование и психотерапия в Интернете исключают невербальную информацию, то есть наблюдение за мимикой, позой, жестами; взамен от врача или консультанта требуется хорошее владение словом, умение адекватно выразить свою мысль и понять собеседника («Психологический журнал», 2010, т.31, № 3, с.102—108)...

...исследованы растительные сообщества, образованные зарослями шиповника в поймах рек («Ботанический журнал», 2010, т.95, № 5, с.642—646)...

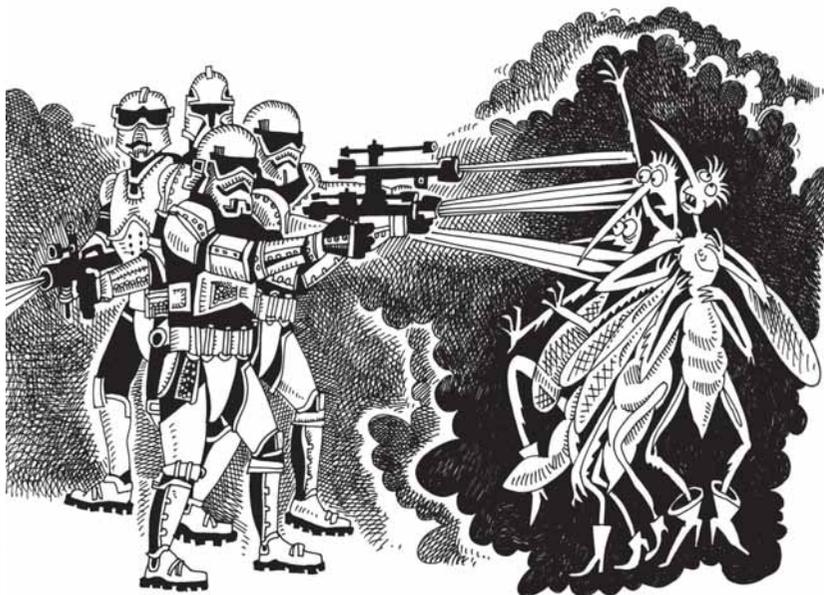
...охлажденная кожа крысы съезживается за счет сокращения пучков коллагена, а не гладкой мускулатуры («Биофизика», 2010, т.55, № 2, с.350—360)...

...ежегодно десятки коров умирают из-за нарушения режима гербицидной обработки полей, находящихся рядом с пастбищами («Ветеринария», 2010, № 6, с.56—58)...

...студенты, поступившие в Колледж филологических и естественных наук Калифорнийского университета в Беркли, вместо книг для чтения в этом году получают набор, с помощью которого смогут взять сами у себя биоматериал для анализа ДНК («Nature», 2010, т. 465, № 7300, с. 845—846)...

...в 2009 году в России образовалось более 5 млн тонн пластиковых отходов, в том числе 34% полиэтилена и 20% ПЭТФ; 87% отходов захоранивают, 10% сжигают и всего 3% перерабатывают («Экологический вестник России», 2010, № 6, с.38—40)...

...группа мастеров и ученых выполнила компьютерную томографию и акустическое исследование уникальной скрипки Вьетан, созданной Гварнери («Science», 2010, т. 328, № 5985, с. 1468—1470)...



Художник Н. Колпакова

## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Противомоскитная оборона

Идея сбивать межконтинентальные ракеты с помощью лазера не нова — еще двадцать пять лет назад она послужила основой Стратегической оборонной инициативы президента США Рональда Рейгана, названной «программой звездных войн». И США, и СССР на эту программу потратили много денег, но результата не получили: уж слишком мощный лазер требовался для системы противоракетной обороны. Потом некоторые отечественные политологи СОИ «отвлекающей целью, придуманной для бессмысленной траты денег советских трудящихся». И вот теперь эта работа получила шанс принести пользу всему человечеству: Жордин Карэ, отставной специалист НАСА по лазерным двигателям, предложил организовать на тех же принципах систему противомоскитной обороны («IEEE Spectrum», 2010, № 5).

Комар — не ракета, его вес и скорость гораздо меньше. Поэтому сбить насекомое можно недорогим лазером, который продается чуть ли не в магазине. Еще для этой системы нужны также имеющиеся на рынке набор оптических элементов и акустические датчики: первые фокусируют луч, а вторые наводят его на источник ненавистного комариного писка. По мнению Карэ, чувствительность системы столь велика, что она может стрелять прицельно в комарах, которые, собственно, и сосут нашу кровь, безобидных же комаров лазерный луч не коснется: оказывается, тембр писка у них различается. Не станут объектом упреждающей атаки и жужжащие насекомые. Так удастся сэкономить немало энергии. Более того, система распознает человека и всяких домашних животных: даже если они окажутся на линии прицеливания, она не причинит им никакого вреда.

Это предложение отнюдь не было воспринято как очередная футуристическая фантазия: ей оказали поддержку финансисты из компании «Интеллектуал венчурс», которую основал бывший главный технолог компании «Микрософт» Натан Михрволд. Видимо, ослепленный таким вниманием, Карэ надеется на расширение проекта. В его мечтах — подвешенная на аэростате платформа с лазерными пушками, которые прицельно палят по летучим вредителям полей и огородов, защищая таким образом сельхозугодья, и несколько при этом не вредят полезным насекомым вроде пчел и шмелей. И все без единого грамма ядохимикатов.

С.Анофелес



# Бронзовый век продолжается!

**Д**авным-давно, почти шесть тысяч лет назад, шел по земле человек и искал камень, чтобы сделать из него новый топорик или наконечник для копья. Подходящий по размеру нашлся быстро. Камень был очень хорош: желто-красный, прохладный на ощупь. Правда, обрабатывался он не совсем обычно: под ударами каменного зубила не раскалывался, а сплющивался и твердел прямо на глазах. Топор из него получился на славу — острый, тяжелый. Когда же оказалось, что «камень» можно расплавить на огне и придать ему любую форму, которая сохранится после остывания, человек понял, что перед ним не камень, а совсем другой материал. То был самородок чистой меди, содержащий 99,99% металла. Они часто встречались на территории современной Южной Европы и Малой Азии. Когда запасы самородной меди исчерпались, ее стали добывать в шахтах, оборудованных в горах. Медь плавил в каменных печах. Первый медный сплав получился, скорее всего, случайно, когда в тигель с расплавленной медью попал кусок темно-коричневого касситерита — руды, содержащей олово. Получилось новое вещество лучше меди — твердое, упругое, с низкой температурой плавления. Это была бронза. Так человечество вступило в бронзовый век.

Чего только не делали в древности из бронзы: топоры и ножи, мечи и копья, щиты и шлемы, доспехи, посуду и зеркала, украшения, монеты и даже мебель. Бронзовое оружие было в ходу и в первых веках нашей эры, когда уже широко использовалось железо. Бронзовый меч легче и острее железного, хотя и менее твердый. Бронза превосходила железо в технологичности. Что легче: выковать металлический шлем сложной формы или отлить его из бронзы? Конечно, литье прощековки. К тому же оно допускает отливку нескольких изделий разом — почти серийное производство.

Все же бронза постепенно сдавала позиции. Даже бронзовые монеты выходили из употребления. Но наступил XV век, и бронза опять стала незаменимым, теперь уже стратегическим материалом: из нее начали отливать пушки. Классический состав твердой, упругой артиллерийской бронзы — 90% меди и 10% олова. Литье пушек на Руси началось на Пущенном дворе, построенном в Москве, на реке Неглинке. Здесь в 1556 году при Иване Грозном была отлита первая крупная пушка, весившая 1200 пудов. Русские пушки, украшенные сложным изящным декором, были не просто орудиями, но и произведениями искусства. На весь мир знаменита Царь-пушка, отлитая литейщиком Андреем Чоховым в 1586 году.

Кроме пушек, на Руси лили колокола, при этом зачастую то и другое делали одни и те же мастера. Колокольная бронза содержит меньше меди — около 80% и 20% олова. Каждый колокол уникален, имеет свой голос и характер. Его звук разносится на многие километры. При ударе в колокол слышатся несколько тонов: основной, рождающийся в нижней широкой части колокола, и от трех до десяти дополнительных, из верхней узкой части, называемых обертонами. Они отличаются по длительности, высоте и громкости. Это многозвучие и создает необычную красоту и неповторимость колокольного звона.

В конце XVIII века в России начинают производить художественную бронзу. Законодательницей мировой бронзовой моды в то время была Франция. Там русские аристократы покупали «чувств изнеженных отраду» — милые сердцу вещицы для украшения дома. В 1760 году императрица Елизавета Петровна повелела открыть класс «статушной и орнаментальной скульптуры» в Петербургской Императорской академии художеств и Казенную бронзолитейную фабрику. Очень скоро произведения русских мастеров-литейщиков — статуэтки, письменные приборы, пресс-папье, рамки для картин, канделябры — ничем не уступали западным. Тем более что техника бронзового литья, отработанная на колоколах и пушках, уже имела свои традиции, создался неповторимый русский стиль.

Сейчас бронзой называют сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием, марганцем, свинцом и бериллием. Так и говорят — оловянные, алюминии-

В.П.ВОРОБЬЕВУ, Москва: *Синтезом Фишера — Тропша, то есть производством углеводородов из CO и H<sub>2</sub>, у нас занимаются, например, в Российском университете нефти и газа им. И.М.Губкина, Институте органической химии им. Н.Д.Зелинского РАН, а мы стараемся следить за этой темой, будут достижения — обязательно напишем о них.*

Виктору СОКОЛОВУ, электронная почта: *Восстанавливающие сахара в зеленых листьях можно определять с помощью реактива Бенедикта (способ его приготовления и применения нетрудно найти в учебнике по биохимии или Интернете); листок нарежьте, разотрите в ступке, залейте несколькими миллилитрами горячей воды (не менее 80°), оставьте на несколько минут, процедите, дайте остыть и сразу проводите реакцию.*

А.Д.ИВАНОВУ, Клин: *Конечно же вы правы, кремний — химическое вещество, а кремень — минерал SiO<sub>2</sub>, и за «кремниевые скалы» в книге Э.М.Уилмот-Бакстон о крестоносцах переводчикам и издательству «Б.С.Г.-Пресс» ставим минус.*

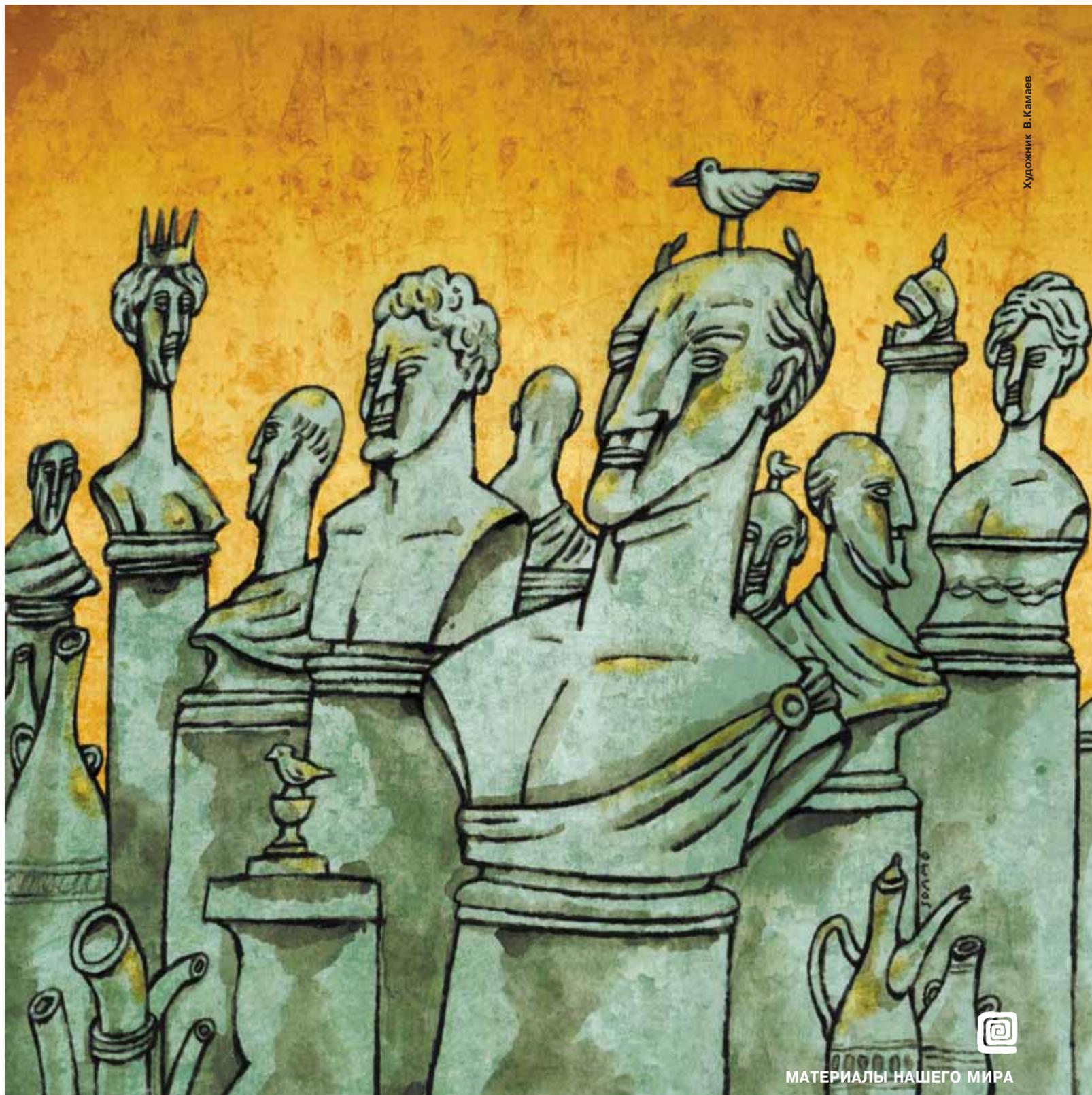
Ю.А.ПОЛЕТАЕВУ, Москва: *Судя по фотографии, которую вы прислали, в столице опять свирепствует тополевая моль (см. «Химию и жизнь», 1989, № 6); мало нам пуха в мае, так еще и листопад в июне!*

М.Л.ТЕМУРЬЯНОВОЙ, Омск: *В железе, которое не хочет застывать, можно добавить лимонной кислоты, если же и это не помогает, остается купить новый желатин; кстати, вы не забыли, что ягодное желе надо доводить до кипения, но не кипятить?*

С.В.ЧЕРНИНУ, Калининград: *Венера Боттичелли стоит на раковине из семейства морских гребешков; этих моллюсков употребляют в пищу, а раковины их очень красивы, но жемчуга они, насколько нам известно, не производят.*

А.Н.СТАРОСТИНУ, Санкт-Петербург: *Английское название одуванчика, dandelion, происходит от французского dent de lion — «зуб льва» (имеются в виду зазубренные листья).*

ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ: *«Подписка в редакции» не означает, что получать номера обязательно придется в редакции, пересылку по почте организовать нетрудно.*



МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

вые бронзы. Цвет сплава зависит от процентного содержания меди. Бронза красного цвета содержит 95% меди, желтая 85%, серебристо-серая — менее 50%. Для улучшения физико-химических характеристик бронзы легируют, то есть вводят в них добавки: свинец, цинк и фосфор, железо и никель. Старинная бронза (ее называют античной) — это оловянная бронза: от 75 до 90% меди, остальное — олово. В ней нередко незначительные примеси кобальта, железа, никеля, свинца, серебра.

Бронза — непревзойденный литейный материал. Она не подвергается коррозии, нечувствительна к значительным перепадам температур и давлений, обладает великолепным антифрикционным свойством, то есть повышенной устойчивостью к износу при продолжительном трении. Легированная цинком оловянная бронза называется «адмиралтейской». Ее используют в морских навигационных приборах. Особо ответственные детали, мембраны и пружины точных приборов всегда бронзо-

вые. Самая красивая — алюминиевая бронза. Именно из нее делают наградные медали и бижутерию «под золото».

Кроме бронз современная промышленность выпускает другие виды медных сплавов. Это латуни — сплавы меди с цинком, которого может быть до 45%, и медно-никелевые — куниаль, нейзильбер, мельхиор. Из медно-никелевых сплавов чеканят разменную монету во многих государствах, в том числе и в России.

**М. Демина**

# МЕЖДУНАРОДНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЫСТАВКИ С «ЭКСПОЦЕНТРОМ»!

  
**ХИММАШ.  
НАСОСЫ**  
27-30 сентября  
**2010**

  
**ХИМ-ЛАБ-  
АНАЛИТ**  
27-30 сентября  
**2010**

  
МЕЖДУНАРОДНАЯ  
ХИМИЧЕСКАЯ АССАМБЛЕЯ  
**ICA**  
27-30 сентября  
**2010**

  
**ХИМИЯ  
2011**

  
международная  
специализированная  
выставка  
**ИНДУСТРИЯ  
ПЛАСТМАСС**  
27-30 сентября  
**2010**  
[www.maxima-expo.ru](http://www.maxima-expo.ru)

**Формула  
успеха!**  
[www.chemistry-expo.ru](http://www.chemistry-expo.ru)

