

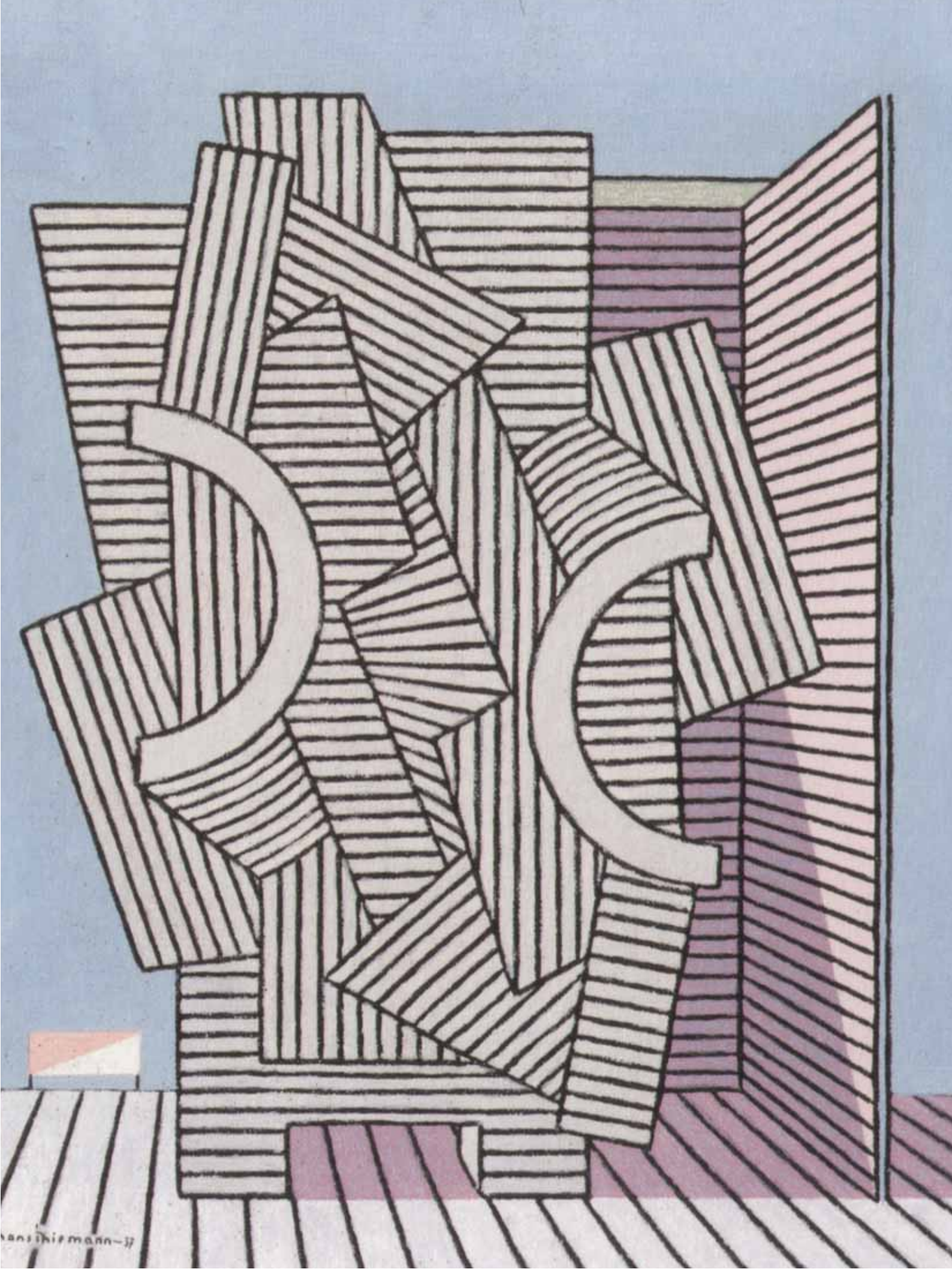


₴

5
2008

СНЗІЖ І ВІМІХ





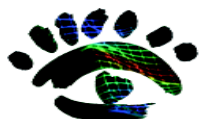


Химия и жизнь
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

5
2008

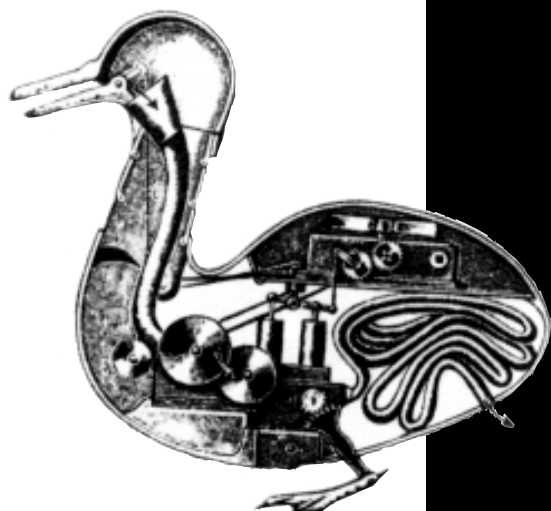
*У меня есть
конкретное предложение:
надо что-то делать.*

Н.И.Кохан



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Ханса Тьенманна «Растущие формы».
Как устроена Вселенная, как она развивается
и какой ее образ в конце концов устроит человека,
читайте в статье «Возвращение в мир Аристотеля».*





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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
Л. Н. Стрельникова
Заместитель главного редактора
Е. В. Клещенко
Ответственный секретарь
М. Б. Литвинов
Главный художник
А. В. Астрин

Редакторы и обозреватели

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

Технические рисунки

Р. Г. Бикмухаметова

Агентство ИнформНаука

О. О. Максименко,
О. А. Мызникова,
О. Б. Баклицкая-Каменева
textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 28.4.2008

Адрес редакции:

125047 Москва, Миусская пл., 9

Телефон для справок:

8(499) 978-87-63

e-mail: redaktor@hij.ru

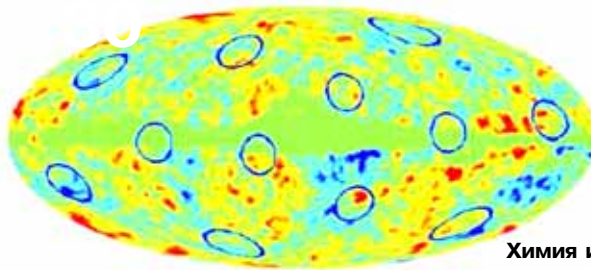
Ищите нас в интернете по адресам:

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

<http://www.informnauka.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»



Химия и жизнь

10

Есть данные
в пользу того,
что наша Вселенная
конечна и имеет
форму додекаэдра.

22

В этих контейнерах —
обедненный гексафторид
урана. Пора задуматься,
что бы из него сделать...



РАССЛЕДОВАНИЕ

С. А. Язев

ЧТО ТАКОЕ НАУЧНЫЙ МЕТОД 4

НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

С. М. Комаров

ВОЗВРАЩЕНИЕ В МИР АРИСТОТЕЛЯ 10

АРХИВ

Джордано Бруно

СПОР О БЕСКОНЕЧНОСТИ ВСЕЛЕННОЙ 13

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Ю. Кирпичев

ЗА ЧТО СОЖГЛИ ДЖОРДАНО БРУНО? 14

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

В. И. Миркин

НЕ ТЕМНАЯ ЭНЕРГИЯ 16

ТЕХНОЛОГИИ

А. М. Чекмарев, В. В. Шаталов

БУДУЩЕЕ ОБЕДНЕННОГО УРАНА 22

РЕСУРСЫ

В. С. Арутюнов

БИОТОПЛИВО: НОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА ИЛИ МОДНОЕ УВЛЕЧЕНИЕ? 27

КАЛЬКУЛЯТОР

Ф. Манилов

ДИЗЕЛЬНАЯ РАПСОДИЯ 31

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

И. А. Леенсон

ПОСПЕШАЙ МЕДЛЕННО 34

ЭЛЕМЕНТ №

М. П. Лябин, С. Ф. Строкатова

ЗОЛОТО 38



Последняя капля упала в конце ноября 2000 года. Та, что на фото, упадет, вероятно, в ближайшие четыре года.

34



42

Как узнать, что вам продали в аптеке — дорогой амоксициллин или дешевый бензилпенициллин?

54



Этому человеку современная физиология обязана ответом на вопрос, что представляют собой рецепторы нервных клеток.

В номере

4

РАССЛЕДОВАНИЕ

«Ненаучный» не значит плохой. Проблема состоит в том, что некоторые идеи, не будучи научными, иногда заползают на чужое поле. Но тогда их последователи не должны обижаться, когда наука их разоблачает и выдворяет на их собственные территории — в области религии, мифа, фантастики или сказки...

27

РЕСУРСЫ

Те, кто говорят об «экологической чистоте» биотоплива, забывают о производстве и обслуживании огромного парка машин, обеспечивающих выращивание, сбор и переработку растительной массы. И это не единственная досадная мелочь, которая портит идиллическую картину «альтернативной энергетики».

38

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Безуспешные попытки искусственного получения золота продолжались даже в XX веке — это можно проследить по опубликованным патентам. Золото пытались делать из кремниевой кислоты и ржавчины, из железных и стальных опилок, из ртути и гидроксида калия...

46

ИНФОРМНАУКА

Про кирпичи из наноалмазов, линию для точного производства фуллеренов и про влияние на наше здоровье заменителей сахара в зависимости от времени года.

48

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В книгах Ричарда Докинза «групповой отбор» — практически ругательство: автор «Эгоистичного гена» настаивает на том, что существует только генный отбор. А создатель социобиологии Эдвард Уилсон полагает, что групповой отбор незаслуженно отвергнут современными эволюционистами.

ЭЛЕМЕНТ №

Н.А.Паравян

ОШИБКА ВЕЛИКОГО ПИСАТЕЛЯ 41

РАССЛЕДОВАНИЕ

В.Г.Алексеев, С.В.Лапшин

ПРОВЕРКА ПЕНИЦИЛЛИНОВ. 42

ИНФОРМНАУКА

КИРПИЧИ ИЗ НАНОАЛМАЗОВ 46

ФУЛЛЕРЕНЫ НА ПОТОКЕ 46

СЕЗОН ЗАМЕНТЕЛЕЙ САХАРА 47

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Е.Клещенко

ГРУППОВОЙ ОТБОР ВОЗВРАЩАЕТСЯ? 48

ПОРТРЕТЫ

Д.А.Сахаров

ФИЗИОЛОГ ТУРПАЕВ. 54

РАССЛЕДОВАНИЕ

И.А.Леенсон

КТО ВПЕРЕДИ ПО НОБЕЛЕВСКИМ ПРЕМИЯМ? 59

ФАНТАСТИКА

М.Стародуб

ГОРОДСКОЙ МУЗЕЙ ИЗЯЩНЫХ ИСКУССТВ 62

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

Л.Викторова

КАБАЧОК 68

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

Е.Котина

ЛЮБОВЬ ПОД ВОДОЙ 72

ИНФОРМАЦИЯ 33, 37, 44, 61, 67

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 20

ПИШУТ, ЧТО... 70

ПЕРЕПИСКА 72

Мифы минувшего века

«Со словом «мифы» мы обычно связываем наследие древних греков: легенды о Геракле, Прометее, богах, титанах и нимфах, удивительно похожих на людей. Но мы будем говорить о других мифах, которые родились по историческим меркам совсем недавно – в XX веке – и благополучно шагнули в XXI век. На первый взгляд это выглядит странно: какие могут быть мифы у нас – современных, оснащенных компьютерами, живущих среди спутников, мобильных телефонов и трансгенных растений! Однако ближайшее рассмотрение показывает: изменилась среда, но почти не изменился человек. А значит, как и тысячи лет назад, нам снова нужны страшные и увлекательные сказки. У человека всегда была, есть и, наверное, будет потребность в чудесах, которые невозможно поверить алгеброй, разложить на части и описать формулой. А если есть спрос – рождается предложение. Поэтому (и не только поэтому) среди человечества появляются новые Гомеры, повествующие о новых чудесах, которые совсем не похожи на чудеса Одиссеи и Илиады.

Как к ним относиться, к этим новым мифам? Безусловно, каждый решает сам. Я пытаюсь доказать, что к мифам надо относиться адекватно. То есть именно как к мифам. Не следует строить на их базе научные теории. Не стоит конструировать на их основе новые религии. Мифы есть мифы, и пусть они займут подобающее место в сложной системе наших представлений о мире, не претендуя на чужие роли».

Так начинается книга «Мифы минувшего века», изданная небольшим тиражом в издательстве Сибирского отделения РАН. Написал ее кандидат физико-математических наук, директор астрономической обсерватории Иркутского госуниверситета, старший научный сотрудник Института солнечно-земной физики СО РАН Сергей Арктурович Язев. Мы решили познакомить наших читателей с некоторыми главами этой современной, актуальной и очень интересной книги, тем более что наши читатели вряд ли смогут найти ее в магазинах. И начнем мы серию публикаций с рассказа о том, что же такое научный метод. Он понадобится нам в дальнейшем, когда мы будем разбираться в сущности астрологии, уфологии и прочих чудес.

Художник В. Камеев



Что такое научный метод?

Кандидат
физико-математических наук
С.А.Язев



РАССЛЕДОВАНИЕ

В поисках надежного инструмента

Для того чтобы разобраться в сущности легенд и мифов и попытаться найти им объяснения, нам понадобится инструмент. Инструмент мощный и надежный, на который можно положиться, который не подведет и не позволит совершить ошибки. Нам нужно найти такой инструмент, научиться им пользоваться, а затем с его помощью мы будем искать грамотные объяснения.

Существует ли такой инструмент?

Я полагаю, что существует. Ученые знают его давно. В

качестве такого инструмента они применяют так называемый научный метод.

Можно ожидать, что найдется немало читателей, которым не понравится этот инструмент. Научный метод — это скучно, неинтересно и не ново, скажут они. Наконец, это, скорее всего, долго и занудно. Вряд ли научный метод даст быстрый и блестящий результат в виде достоверного, обоснованного объяснения.

Им можно возразить: все зависит от того, чего мы хотим добиться. Если нас интересуют не сенсационные заявления, а поиск истины, то нам придется пользо-

ваться инструментом, который к ней приведет. Я попытаюсь доказать то, с чем согласны практически все ученые: другие пути (методы, альтернативные научному) к истине приводят крайне редко. Самое главное, что они не позволяют проверить, является ли истиной то, что мы нашли. Нет другого пути для решения арифметических задач, кроме как заняться изучением арифметических правил. Конечно, можно и не учить их, но тогда правильного ответа не получить.

Давайте рассмотрим внимательно, из чего складываются наши арифметические правила.

Предъявите ваши доказательства

Первое правило научного метода можно сформулировать так: **любое научное утверждение должно быть доказано.**

В науке так оно и есть. Если в учебнике физики написано, что свет в пустоте распространяется не мгновенно, а со вполне определенной скоростью, равной тремстам тысячам километров в секунду (и скорость эта всегда постоянна – она не зависит от скорости источника света), то это утверждение основано на результатах громадного множества экспериментов. Эксперименты по определению скорости света проводились неоднократно, многими учеными в разных местах и в разное время, да еще с использованием разных методов. Однако при этом вывод получался всегда один и тот же. Именно это (и только это!) позволяет считать утверждение о конечности и постоянстве скорости света достоверным научным фактом, а не чьим-то досужим предположением.

Самое замечательное, что это относится практически ко всем утверждениям, которые содержатся в энциклопедиях и справочниках! В любом учебнике мы можем прочитать, что атом водорода – простейший атом во Вселенной – устроен следующим образом: в центре атома находится частица с положительным электрическим зарядом, которую мы называем протоном, а где-то недалеко от протона витает отрицательно заряженная, еще более миниатюрная частица – электрон. Описание занимает три строчки, но появилось оно в результате титанической работы множества ученых, которые за несколько десятилетий в результате проведения многих тысяч специальных, очень сложных экспериментов выяснили-таки, как устроен атом. Каждое слово, каждая фраза, каждая формула в справочниках по физике, химии, биологии и другим естественным наукам – плод громадной, сложной, высококвалифицированной и подчас дорогостоящей работы множества людей, которые профессионально занимаются изучением природы. Этот путь «и далек, и долог», но другого пути к познанию природы нет.

Впрочем, всегда может найтись человек, который заявляет, что путем озарения (просветления, интуиции и т. п.) он вдруг осознал какую-либо неизвестную ранее закономерность в природе. Но ученые не внесут эту закономерность в справочники, пока она не будет подтверждена многократными экспериментами. Здесь нет чрезмерной подозрительности. Рискнули бы мы лететь на самолете, двигатель которого построили на основе приснившейся кому-то и никем не проверенной формулы?

К сожалению, такие случаи бывают. Например, многие слышали о так называемых торсионных полях. Авторы идеи утверждают, что некое торсионное излучение распространяется со скоростью, многократно превышающей скорость света, а то и вообще бесконечной. Информация об удивительных свойствах этих полей попа-

ла в газеты, в журнал и на видеокассеты. Но эта гипотеза противоречит первому правилу: она не доказана. Мировое научное сообщество пока не получило никаких подтверждений ни тому, что эти поля вообще существуют, ни тому, что они распространяются со сверхсветовыми скоростями. Нет ни одного достоверного эксперимента, проведенного корректно независимыми экспертами. А это значит, что говорить о торсионных полях по меньшей мере преждевременно. Более того, анализ этой концепции, проведенный независимыми экспертами, говорит о том, что сенсация оказалась ложной...

Экстравагантная теория относительности тоже была лишь абстрактной теорией до тех пор, пока предсказанные ею эффекты не были обнаружены экспериментально. Проверки не заставили себя ждать, и на протяжении всего XX века они неоднократно и убедительно показали, что замечательная концепция, выдвинутая Альбертом Эйнштейном в начале века, великолепно и повсеместно выполняется.

И так должно быть с любой теорией. Пока она не подтверждена серией независимых экспериментов, она остается гипотезой или просто мифом...

Итак, у нас на вооружении есть первое, главное правило научного метода: в науке любое утверждение должно быть доказано. Пока оно не доказано, это еще не факт, не научная теория, а всего лишь предположение, которое в ходе проверки вполне может оказаться ошибочным.

Специалисты по методологии науки называют первое правило «верификационным критерием». Этот критерий сформулирован и обоснован представителями того направления в философии, которое принято связывать со словом «неопозитивизм». Сама же идея о необходимости обязательных проверок любых заявлений, которые претендуют на звание научной теории, существовала, судя по всему, еще в Древней Греции, а затем была подробно обоснована в начале XVII века Фрэнсисом Бэконом.

Ищите способ проверки!

Перейдем ко второму правилу. Оно обычно упоминается как «фальсификационный критерий», а его автором считается известный философ науки XX века Карл Поппер. Суть правила состоит в следующем: **любое научное утверждение может быть опровергнуто.**

Формулировка правила сразу вызывает недоумение. Как это: любое – и опровергнуто? Значит ли это, что страшная угроза постоянно нависает над всеми существующими научными теориями, изложенными в учебниках, и нет ничего, известного наверняка?

Дело тут в следующем. **Может** быть опровергнуто – не значит **должно** быть опровергнуто. Речь идет о том, что для любого утверждения, претендующего на статус научного, непременно можно придумать такие эксперименты, которые дадут возможность его проверить. Для всех ныне признанных научных теорий были предложены многочисленные экспериментальные проверки. В ходе проверок идеи, конечно, могли и не подтвердиться. Но эксперименты показали, что все ранее не известные эффекты, которые предсказывались, например, сложными идеями вроде теории относительности или квантовой механики, выполняются, причем с очень высокой точностью! Это и дает нам основание считать теории правильными. Миллионы успешно подтверждающих эти теории экспериментов позволяют нам предполагать, что, скорее всего, новые проверки снова докажут их правильность. Вряд ли милли-

он первый опыт будет противоречить миллиону предыдущих! Поэтому предложение прекратить тратить время на новые проверки и заявить, что проверяемые теории верны, выглядит вполне разумным.

Итак, второе правило гласит, что обязательно должна существовать принципиальная возможность проверки любого научного утверждения. Если такой возможности нет (то есть мы не в состоянии придумать эксперимент для проверки утверждения) – значит, утверждение не может называться научным.

Но разве существуют такие утверждения, которые в принципе нельзя проверить? Безусловно, существуют, хотя большинству ученых они (поэтому) неинтересны как научные идеи.

Например, невозможно не вспомнить об идее существования Бога. Столетия назад великий немецкий философ Иммануил Кант продемонстрировал, что никак нельзя доказать ни того, что Бог существует, ни того, что его нет. Сама идея непостижимого и всемогущего Бога такова, что невозможно предложить какой-то проверочный эксперимент, который раз и навсегда поставил бы точку в этом вопросе. Хотя бы потому, что Бог, по определению всемогущий, способен сделать каким угодно результат проверочного эксперимента. К Богу люди приходят не через доказательство, а через веру и подобные ей категории. Отсюда можно сделать вывод: идея Бога находится за пределами науки и не имеет к ней никакого отношения. Научный метод в своем классическом варианте идею Бога вообще не использует.

В самом деле, представим себе физика, который на вопрос, почему, скажем, Луна не падает на Землю, будет отвечать, «потому что так угодно Богу», вместо того, чтобы продемонстрировать, что это прямое следствие закона всемирного тяготения при данной скорости движения Луны вокруг Земли (если Луна замедлила бы свое движение, она все-таки упала бы на Землю). Это рассуждение способен выполнить любой мыслящий старшеклассник. Объяснять же что-то непонятное через нечто еще более непонятное (то есть через Бога) – не в традиции науки.

Ясно, что на любой вопрос «почему?» можно тут же отвечать «потому что такова воля Создателя». Но тогда мы не продвинемся ни на шаг в понимании закономерностей природы. Собственно, так и поступали первые христиане. Наука в Европе на протяжении почти четырнадцати столетий практически не развивалась, и, если мы снова вернемся к такому подходу, наука и технический прогресс немедленно остановятся.

Можно вспомнить и старинную восточную идею о том, что Вселенная представляет собой поле борьбы (взаимодействия) двух сущностей – «инь» и «ян». При таком рассмотрении надо, видимо, отказаться от идеи атомов, протонов, электронов и других элементарных частиц и говорить, что все сущее в мире – это просто разнообразные сочетания «инь» и «ян», которые сами по себе (в чистом виде) материально не существуют. Но поскольку нематериальные сущности материальными приборами не зафиксируешь и не измеришь (иначе они бы не были нематериальными!), значит, ни подтвердить, ни опровергнуть эту идею нельзя. С точки зрения ученого, обсуждать идею, которую в принципе нельзя проверить на практике, – как правило, означает бессмысленно тратить время. Идея об «инь» и «ян» поэтому также не имеет отношения к науке.

Поскольку подобные идеи проверить на практике в принципе нельзя, ничто не мешает читателю сесть поудобнее и сочинить еще несколько таких же не под-



лежащих проверке идей об устройстве Вселенной – скажем, состоящей из набора трех сущностей «А», «Б» и «В». Или пяти – уж кому как понравится. Названия сущностей можно выбрать и покрасивее, чем просто названия букв. Я полагаю, что такие теории будут ничуть не хуже концепции с «инь» и «ян». Их будет тоже невозможно опровергнуть, потому что невозможно проверить. Однако ценность всех подобных идей будет, очевидно, невелика.

Атомная теория вещества, подтвержденная на практике, позволяет использовать свойства вещества для создания разнообразных устройств (в первую очередь можно назвать микроэлектронику, а значит, и компьютеры, и телевидение, и многое другое). Сам факт, что все это успешно работает, – очередное и очевидное доказательство, что научная теория правильна. Но в мире пока еще не создан ни один предмет или прибор, который был бы основан на какой-нибудь ненаучной идее, например идее «инь» и «ян» или той же идее Бога.

При этом не надо обижаться за эти идеи. «Ненаучный» не означает «плохой». Это значит, что некоторые идеи не имеют отношения к науке, только и всего. Ни науке, ни самим ненаучным идеям от этого хуже не становится. Проблема состоит в том, что некоторые идеи, на самом деле не будучи научными, иногда потихоньку заползают на чужое поле и притворяются науками (так поступает, например, астрология). Но тогда их последователи не должны обижаться на то, что наука их разоблачает и водворяет обратно на их собственные территории – на поля религии, мифа, фантастической литературы или сказки, например.

Итак, нам известны уже два правила, по которым мы можем отличить науку от лженауки. Повторим: второе правило требует, чтобы любое утверждение, которое претендует на то, чтобы называться научным, обязательно сопровождалось предложением способа, как это утверждение можно проверить на практике. Если этого способа не существует, утверждение не может называться научным.

Где ваша логика?

Есть еще несколько правил, которые применяются при использовании научного метода. Можно выделить, например, в качестве третьего правила принцип логичности: **любое научное утверждение должно дополняться соображениями о том, каким образом выполняется утверждение.** При этом не должны нарушаться законы логики и отменяться уже известные закономерности.

Это правило удастся выполнить не всегда, но стремиться к его выполнению надо. Речь идет вот о чем. Если, например, нам говорят о том, что в шотландском озере Лох-Несс живет сохранившийся с древних времен плезиозавр, то надо задать вопрос, как он мог просуществовать там миллионы лет? Специалисты в области био-

логии утверждают, что это невозможно: в популяции должно быть некое минимальное число особей, которое выражается по меньшей мере сотнями, чтобы популяция не вымерла. Значит, просто утверждать, что в озере живет один (один!) плезиозавр, не пытаясь при этом объяснить, как это могло получиться, есть вопиющее нарушение принципа логичности.

Еще один пример нарушения принципа логичности. Однажды мне передали письмо некоего полковника в отставке по фамилии Марковкин. Полковник писал, что закон всемирного тяготения, по его мнению, неверен, и предлагал новую формулировку и формулу. Новый закон был получен при помощи самодельной установки, которую исследователь собрал дома на подоконнике.

Принцип логичности в данном случае был нарушен.

Почему?

Дело тут вот в чем.

Закон всемирного тяготения можно назвать главным физическим законом в нашей Вселенной. В полном соответствии с ним движутся планеты, астероиды и кометы вокруг звезды, звёзды вокруг центров галактик, галактики внутри галактических скоплений. Именно закон тяготения собирает рассеянную материю в газовые шары звезд, уплотняет и уминает конгломераты пыли в планеты. Другими словами, все наблюдаемые нами движения небесных тел, да и структура самих небесных тел, объясняются этим и только этим законом. Тот факт, что мы умеем точно рассчитывать время затмений, управлять межпланетными космическими аппаратами, которые, используя закон тяготения, совершают высокоточные межпланетные перелеты, говорит о том, что закон существует и работает, а нам удалось его правильно понять и использовать. А значит, нет никакой необходимости придумывать другой, «новый» закон, поскольку великолепно, с высокой точностью действует закон старый, открытый великим Исааком Ньютоном еще в XVIII веке!

Принять новый закон полковника Марковкина означало объявить все наши представления о Вселенной, все наши расчеты за прошедшие три века неправильными. Но к этому нет никаких оснований! Громадное количество астрономических наблюдений и физических опытов логично и непротиворечиво объединяются в единую картину мира, где действует именно ньютоновский закон тяготения. Мир, устроенный по другому закону, выглядел бы совершенно иначе.

Принцип логичности требует неперемного согласования новых, только что открытых закономерностей со старыми. В большинстве случаев получается, что старые закономерности не отменяются, а просто становятся частным случаем более общих новых закономерностей. Так, классическая физика Ньютона успешно вписалась в теорию относительности как ее частный случай, который реализуется при низких (по сравнению со скоростью света) скоростях. В случае же с законом Марковкина этот вариант не проходит: закон всемирного тяготения, подтверждающийся ежедневно бесчисленное множество раз, по Марковкину, надо отменить, поскольку не могут существовать при одинаковых условиях два совершенно разных закона тяготения. Это было бы просто издевательством над элементарной логикой и здравым смыслом. Таким образом, принцип логичности сразу указывает, что полковник Марковкин был не прав.

Заметим, что закон всемирного тяготения и теория относительности вызывают наибольшее количество нападков и попыток их изменить, переписать, опровергнуть, заодно пренебрежительно пнув Ньютона и Эйнштейна.

Отсутствие научного редактирования и свобода издавать любые брошюры за свои деньги привели к тому, что сегодня мы можем увидеть на полках книжных магазинов множество изданий, предлагающих собственные научные теории авторов. Увы, они в большинстве своем грешат грубыми ошибками из-за игнорирования правил научного метода и уже хотя бы поэтому не стоят той цены, по которой продаются.

Наберемся честности

Добавим к нашему инструментарию еще одно правило, о котором писал замечательный физик XX века, нобелевский лауреат Ричард Фейнман. Это принцип честности. Если сформулировать мысль Фейнмана в стиле наших предыдущих правил, то получится примерно следующее: **любое научное утверждение должно сопровождаться указаниями на его собственные «слабые места».**

Дело в том, что в процессе научного исследования, несомненно, не все его элементы бывают одинаково прочны. Если мы исследуем что-то для нас еще не известное и новое (а иначе – какой смысл в исследовании?), то, безусловно, на этом этапе многое нам непонятно. Тогда исследователю приходится заменять отсутствующие пока знания некими предположениями и указывать: если предположить, что дело обстоит вот так (при этом сообщая, почему принимается именно это, а не какое-либо другое предположение), то выводы получатся вот такие. Исследователь лучше других знает, насколько оправданно его предположение, – и сам должен честно сообщить об этом.

Обратимся к самому Р.Фейнману. Мне кажется, что лучше него самого ничего не скажешь по этому поводу, поэтому ниже приводится цитата из его книги «Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!» в переводе О.Л.Тиходевой.

«Речь идет о научной честности... доведенной до крайности. Например, если вы ставите эксперимент, вы должны сообщить обо всем, что, с вашей точки зрения, может его сделать несостоятельным. Сообщайте не только то, что подтверждает вашу правоту. Приведите все другие причины, которыми можно объяснить ваш результат, все ваши сомнения, устраненные в ходе других экспериментов, и описания этих экспериментов, чтобы другие могли убедиться, что они действительно устранены.

Если вы подозреваете, что какие-то детали могут поставить под сомнение вашу интерпретацию, – приведите их. Если что-то кажется вам неправильным или предположительно неправильным, сделайте все, что в ваших силах, чтобы в этом разобраться. Если вы создали теорию и пропагандируете ее, приводите все факты, которые с ней не согласуются, так же, как и те, которые ее подтверждают...

Короче говоря, моя мысль состоит в том, что надо стараться опубликовать всю информацию, которая поможет другим оценить значение вашей работы, а не одностороннюю информацию, ведущую к выводам в заданном направлении.

Весь наш опыт учит, что правду не скроешь. Другие экспериментаторы повторят ваш эксперимент и подтвердят или опровергнут ваши результаты. Явления природы будут соответствовать или противоречить вашей теории. И хотя вы, возможно, завоюете временную славу и создадите ажиотаж, вы не заработаете хорошей репутации как ученый, если не были максимально старательны в этом отношении...



Главный принцип – не дурачить самих себя. А себя как раз легче всего одурачить. Здесь надо быть очень внимательным. А если вы не дурачите сами себя, вам легко будет не дурачить других ученых. Тут нужна просто обычная честность.

Я хотел бы добавить нечто, не самое, может быть, существенное для ученого, но для меня важное: вы как ученый не должны дурачить непрофессионалов. Я говорю не о том, что нельзя обманывать жену и водить за нос подружку, я не имею в виду те жизненные ситуации, когда вы являетесь не ученым, а просто человеком. Эти проблемы оставим вам и вашему духовнику. Я говорю об особом, высшем типе честности, который предполагает, что вы как ученый сделаете абсолютно все, что в ваших силах, чтобы показать ваши возможные ошибки. В этом, безусловно, состоит долг ученого по отношению к другим ученым и, я думаю, к непрофессионалам.

Увы, принцип честности далеко не всегда соблюдается учеными. Каждому хочется сделать открытие, раньше других опубликовать свою оригинальную гипотезу и совсем не хочется проверять и перепроверять в сотый раз предварительные выводы... Что же касается большинства уфологов и астрологов, то их деятельность выглядит очень далекой от требований принципа честности.

У научного метода есть еще принципы и свойства, на которых мы не будем подробно останавливаться. Методологии науки посвящено много книг, и желающие могут без труда найти соответствующую литературу.

Не забывайте о «бритве Оккама»!

Однако невозможно не упомянуть еще об одном правиле, которым обычно старается пользоваться ученый в ходе научного исследования. Это знаменитая «бритва Оккама» – принцип, предложенный средневековым английским философом. «Бритва Оккама» формулируется следующим образом: **не следует увеличивать число сущностей без необходимости**. Это требование – по сути, просто методологическое правило, которым, сознательно или подсознательно, руководствуются исследователи. Его смысл состоит в том, чтобы не тратить время на анализ маловероятных гипотез, а сначала изучить версии, наиболее вероятные с точки зрения нашего опыта.

В нашей повседневной практике правило постоянно применяется. Если вы обнаружили пропажу кошелька, конечно, можно предположить многое, включая происки вороватых пришельцев с Марса или редчайшее явление распада кошелька на отдельные молекулы. Строго говоря, такие возможности напроць исключать нельзя. Но, исходя из нашего жизненного опыта, мы все-таки начинаем с кажущихся нам более вероятных версий: ищем в другом кармане (другой сумке), проверяем, не оставлена ли пропажа в другом месте, и в конце концов начинаем припоминать, где мы могли этот злосчастный коше-

лек либо выронить, либо допустить к нему вполне земного злоумышленника.

Аналогична в этом смысле и деятельность следователя. Заведомо фантастические версии в список первичных гипотез не включаются. Конечно, надо оговориться, что, если мы имеем дело с малоисследованными областями бытия, наш опыт может оказаться обманчивым и привычные с точки зрения здравого смысла версии могут оказаться непродуктивными. Однако, в соответствии с «бритвой Оккама», прежде чем выдвигать фантастические гипотезы, неплохо бы сначала рассмотреть более привычные версии. Это может существенно сэкономить время, которое мы затратим на поиск отгадки.

Чаще всего нарушают «бритву Оккама» уфологи. Увидев на небе нечто для себя необычное, они тут же вспоминают инопланетян (увеличивают число сущностей), хотя в большинстве случаев явление объясняется на самом деле гораздо проще (необходимости в увеличении сущностей на самом деле нет).

Заметим, что «бритва Оккама» не запрещает рассматривать любые гипотезы – она просто предлагает перебирать их, начиная с самой вероятной. В большинстве случаев это оказывается оправданным. Следователь ловит вора (или закрывает дело) задолго до того, как ему начинает всерьез казаться, что без вмешательства пронырливых марсиан тут не обошлось. Уфологу популярно объясняют, что он видел шлейф дыма от взлетающей ракеты.

Итак, теперь мы вооружены пятью основными правилами, которыми пользуются ученые. Надо заметить, что это не искусственные ритуалы, которые были кем-то выдуманы от нечего делать. История науки, беспощадно отбрасывая неэффективные методы, оставила лишь самые надежные средства, которые помогли ей двигаться вперед. Судя по стремительному развитию научно-технического прогресса, основанного на правилах научного метода, эти средства действительно высокоэффективны. Благодаря понятиям с их помощью законам природы мы создали всю техносферу Земли – от достижений медицины до ядерных и космических технологий. Более того, я рискну утверждать, что для исследования природы человечество пока что не придумало ничего более подходящего, чем научный метод. Это наилучший, уникальный по своей действенности инструмент для изучения нашей Вселенной.

Им мы и воспользуемся для анализа наиболее распространенных легенд – мифов XXI века.

Книгу А.С.Язева «Мифы минувшего века» можно купить в интернет-магазине по адресу <http://www.sibran.ru> в разделе научнопопулярные книги.

Продолжение – в следующем номере



Возвращение в мир Аристотеля

Кандидат
физико-математических наук
С.М.Комаров

Спор о том, конечна или бесконечна Вселенная, насчитывает не одну сотню лет. «Вселенная конечна, — говорит Аристотель. — И заключена она в несколько небесных сфер». «Только осел может считать Вселенную конечной. Она бесконечна, потому что ее создал бесконечный Творец, обладающий бесконечной потенцией», — примерно так отвечает ему один из самых страстных критиков, Джордано Бруно (подробности их спора — в следующем материале).

Этот, казалось бы, абстрактный спор имеет чрезвычайно глубокое мировоззренческое значение. Если Вселенная бесконечна, то все ее точки равноценны, вопрос о положении центра лишен смысла, а Земля автоматически становится ничем не примечательным миром среди бесчисленного множества аналогов и, стало быть, надо распрощаться с гео-, гелио-, а потом и с антропоцентризмом. Цивилизованное человечество двигалось в этом направлении как минимум полтысячи лет, прошедшие с начала Возрождения. Если Вселенная конечна, значит, все ее точки разноценны и где-то находится центр. А где центр, там, видимо, и райский сад. Достигнув его, человек фактически вернется из изгнания и вполне может снова претендовать на антропо- и прочие центризмы. При наличии космических технологий поиск такого центра становится занятием ничуть не менее увлекательным, чем поиски Святого Грааля.



НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

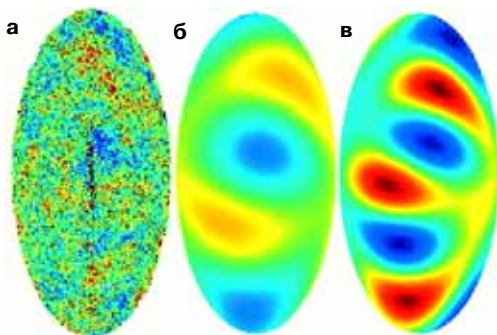
Строго говоря, предположения об ограниченности Вселенной должны были возникнуть сразу же после появления гипотезы Большого взрыва. Ведь в полном соответствии с принципами Джордано Бруно именно бесконечная Вселенная не может двигаться, содержит в себе все, а раз наша разлетает-

ся, то тезис о ее бесконечности становится сомнительным. Конечность следует из того, что потенцию Большого взрыва довольно трудно представить себе бесконечной. Работа с бесконечностью — удел математиков. А если в физическом уравнении появляется бесконечность, то это значит, что, скорее всего, с уравнением что-то не так. Достаточно вспомнить ультрафиолетовую катастрофу — получившееся у классических теоретиков бесконечно большое испускание лучей абсолютно черным телом, в процессе избавления от которой был совершен переход к квантовой механике. Как бы то ни было, на философское обоснование конечности Вселенной, которую породил Большой взрыв, никто особого внимания не обращал, и многие космологи предлагают считать, что наш мир бесконечен и взрыв случился сразу во всем бесконечном пространстве. При этом то, что мы принимаем за края Вселенной, вовсе не край: переместившись куда-нибудь на Сириус, мы увидели бы какие-то другие звезды, не видимые с Земли, а некоторые знакомые нам звезды скрылись бы из нашего поля зрения. Что же касается края Вселенной, то даже если бы он был, мы его увидели бы в состоянии в принципе: из-за того, что скорость света ограничена, проникая взглядом в глубь Вселенной, мы получаем ее развитие во времени, а не в пространстве. Строго говоря, для нас Земля — самый долгоживущий объект Вселенной, а все остальные мы наблюдаем такими, какими они были в тот момент, когда испустили свет. То есть объекты, расположенные на видимой границе Вселенной, мы видим вскоре после того, как она образовалась. Те, кто не довольны таким объяснением, утверждают, что, если у Вселенной есть возраст, а исходя из него и скорости расширения, можно посчитать диаметр, то без границы никак не обойтись, но их голоса особого внимания не привлекают.

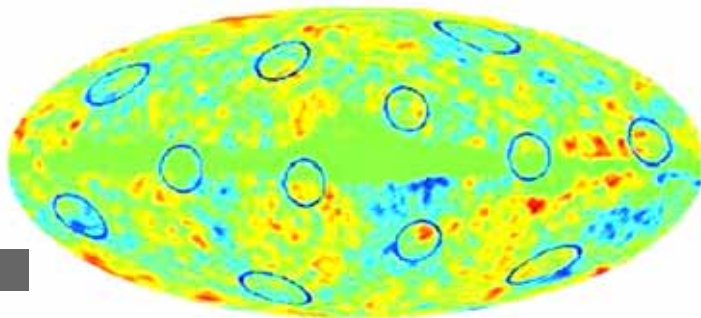
В 2003 году в ведущих обсерваториях мира начался анализ карты реликтового фона, которую построила для всей небесной сферы насовская обсерватория WMAP (от англоязычного названия «Уилкинсоновский зонд для изучения анизотропии микроволнового фона»). Всем ученым ныне известно, что реликтовый фон не постоянен, у него имеются так называемые флуктуации — в каких-то точках небесной сферы он теплее, в каких-то холоднее. Возникли эти флуктуации в самые ранние моменты существования Вселенной из-за неоднородности в распределении гравитационных полей и вещества. Результаты анализа флуктуаций, предпринятого в Парижской обсерватории под руководством Жана Пьера Люмине, как это часто бывает в настоящей науке, оказались удивительными. «Наблюдаемые флуктуации температуры можно разложить в ряд сферических гармоник точно так же, как звук музыкального инструмента — в обычные гармоники, набор звуковых волн. Относительные амплитуды этих сферических гармоник дают спектр. Он содержит в себе информацию о геометрии пространства и физических условиях в момент возникновения реликтового фона, — рассказывает Жан Пьер Люмине в пресс-релизе, распространенном агентством «АльфаГалилео» 11 февраля 2008 года. — Космическая топология предсказывает, что пространство, чей размер меньше сферы, с которой был излучен реликтовый фон, не может содержать гармоники, большие, чем само пространство. Иначе говоря, спектр гармоник в случае такого конечного пространства должен быть ограничен. Это ограничение мы обнаружили при анализе данных WMAP, полученных в 2003–2006 годах».

Другим сюрпризом оказалось загадочное поведение двух низших, второй и третьей, гармоник, которые дают на небесной сфере соответственно по два и три гребня и впадины (рис. 1): высоты этих гребней и глубины впадин оказались гораздо меньше, чем дает расчет спектра. Вероятность того, что такое снижение этих двух гармоник произошло случайно, невелика — 1:2400. В чем же причина? Обычно в этом

1
Так выглядят карта реликтового фона (а) и его квадруполь (б) и октуполь (в)



Так выглядят идеализированные результаты расчета самопересечений сферы образования реликтового фона в районе тех пятен, которые были выявлены польско-французским коллективом астрономов



месте рассказчики про новый взгляд на Вселенную прибегают к аналогии. Представим себе, что Вселенная конечна и заключена между двух зеркал. Тогда волна из двух гребней отразится в противоположных стенках и наблюдатель увидит много гребней, из которых большинство будут фантомами. То есть из низшей гармоники получится высшая. Если наблюдатель, будучи между зеркалами, не подозревает, что видит фантом, он воспримет все за чистую монету. А если подозревает, то попытается разделить фантомы и реальность. Расчеты, проведенные французскими астрономами, как раз и показали, что лучше всего спектр гармоник реликтового фона удается воспроизвести, если предположить, что Вселенная представляет собой многократно связанный топологический додекаэдр Пуанкаре (рис. 2, 3). Прилагательные в этом словосочетании означают, что додекаэдр не совсем граница Вселенной; в этой форме она замкнута сама на себя и поэтому хоть и конечна, но границы в трехмерном пространстве не имеет. Опять-таки воспользуемся аналогией. Если взять поверхность тора (бублика), то окажется, что живущие на ней двумерные существа будут считать, что их мир безграничен: двигаясь в любом направлении, можно попасть в любую точку такой двумерной Вселенной. А об истинной ее форме они догадаются лишь после того, как какой-нибудь путешественник, отправившись на край света, через некоторое время с удивлением обнаружит, что вернулся в начальную точку. Для нас же, трехмерных существ, которые видят тор целиком, ничего удивительного в этом не будет. Аналогичным образом наблюдатель из пространства с большим числом измерений видит трехмерную Вселенную-додекаэдр.

Как бы то ни было, в такой Вселенной мы должны видеть много фантомов. В частности, они должны проявляться и в деталях карты реликтового фона. Если верна гипотеза доде-

каэдра, на карте должно быть шесть пар пятен, которые отражаются от центров граней. Такие пятна долго не могли найти, ведь это действительно сложно: Земля не стоит на месте, а движется и сама по себе, и вместе с Солнечной системой и Галактикой. В результате искомые пятна вытягиваются в эллипсы, а эффект Доплера искажает температуру реликтового фона. Все это нужно учесть. В конце 2007 года такую работу наконец сумели сделать ученые из французско-польского коллектива во главе с Будевином Рукемой из Торуньского центра астрономии Университета им. Николая Коперника (подробности — в статье, размещенной по адресу <http://arxiv.org/abs/0801.0006>). Они нашли 12 пятен, расположенных в идеальном соответствии с геометрией додекаэдра (рис. 4). Так, помимо надежды на подтверждение гипотезы о конечности Вселенной, они получили еще и ориентацию нашего пространства относительно нашего же додекаэдра.

«В модели додекаэдра должны возникнуть еще и множественные изображения далеких галактик и квазаров, однако их трудно заметить из-за большого расстояния», — говорит Жан Пьер Люмине.

Пока что космологи весьма осторожно воспринимают информацию о Вселенной-додекаэдре. В самом деле, эта идея так необычна и наносит такой сильный удар по всей современной физике — удар еще более сильный, чем открытие темных материи и энергии, — что требует тщательнейшей проверки и независимых экспериментов, тем более что многие астрономы считают найденные эффекты артефактами. До сих пор оба спутника, мерившие анизотропию реликтового излучения, были американскими. Советская программа «Реликт» была прекращена, нынешняя Россия спутников для изучения реликтового фона не запускала. А вот европейцы создали свою обсерваторию «Планк» для анализа реликтового фона, и в конце октября 2008 года она приступит к наблюдениям. Возможно, результаты этих наблюдений внесут ясность. Кроме того, астрономы, воспользовавшись данными Рукемы и его коллег, могут заняться поисками фантомных звезд на небосклоне. Если это удастся, то в наших представлениях об окружающем мире случится подлинный переворот. Более того, окажется, что диалектическая спираль совершила полный оборот и мы, спустя четыреста лет, покинули бесконечный мир Бруно и вновь оказались в мире Аристотеля, ограниченном небесной сферой, только на другом уровне. А жизнь в нем сложнее, чем в мире Бруно, поскольку неизбежно возникает проклятый вопрос, которым реформаторы всегда донимали последователей Аристотеля: а что там, за этой сферой? Неужели там в самом деле нет ничего? Пока что космологи-додекаэдристы аккуратно отвечают, что «там» говорить неверно, поскольку в трехмерном пространстве Вселенная границ все-таки не имеет. Может быть, какие-то наблюдения за макро- или микромиром позволят пролить свет на этот темный вопрос.

2

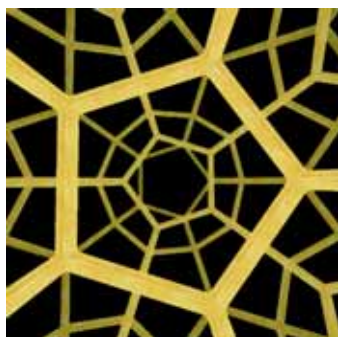
Наше пространство можно представить себе как внутренность сферического додекаэдра.

Когда объект пытается пройти наружу сквозь пятиугольную ячейку, он не попадает во внешнее пространство, а возвращается внутрь сквозь грань, которая расположена напротив и сдвинута на 36°



3

Если наблюдатель будет смотреть в направлении, перпендикулярном одной из пятиугольных граней, он обнаружит в ней отражение всего додекаэдра. Нечто похожее можно увидеть, разглядывая мир сквозь граненую хрустальную подвеску от люстры



Спор о бесконечности Вселенной

Джордано Бруно

Из диалога «О бесконечности, Вселенной и мирах»

Эльпин. Каким образом возможно, что Вселенная бесконечна?

Филотей. Каким образом возможно, что Вселенная конечна?

Эльпин. Думаете ли вы, что можно доказать эту бесконечность?

Филотей. Думаете ли вы, что можно доказать ее конечность?

Эльпин. Какова ее протяженность?

Филотей. Каков ее предел?

Фракасторий. К делу, к делу, если хотите доставить удовольствие; вы слышите долго тянете.

Буркий. Начните скорей рассуждать, Филотей, потому что мне доставит развлечение выслушать эти басни или фантазии...

Филотей. Я это сделаю. Если бы мир был конечным, а вне мира не было ничего, то я спрашиваю: где же мир? где Вселенная? Аристотель отвечает: мир в себе самом. Выпуклость первого неба есть место Вселенной; а оно, как первое объемлющее, не заключается в другом объемлющем, ибо место есть не что иное, как поверхность и край объемлющего тела; вот почему то, что не заключается в объемлющем его теле, не имеет и места. Но что ты хочешь сказать, Аристотель, говоря об этом «месте в самом себе»? Что ты подразумеваешь под «вещью вне мира»? Если ты скажешь, что там нет ничего, тогда небо, мир, конечно, не найдется ни в какой части.

Фракасторий. Мир, следовательно, не будет нигде. Все будет ни в чем.

Филотей. И мир будет некоторой вещью, которой нет. Если ты скажешь (ибо мне кажется достоверным, что ты хочешь сказать нечто для того, чтобы избежать пустоты и небытия), что вне мира имеется разумное и божественное существо, так что Бог есть место всех вещей, то ты сам сильно запутаешься, чтобы заставить нас понять, каким образом бестелесная, умопостигаемая и не имеющая измерений вещь может быть местом измеримой вещи. Если ты скажешь, что Бог охватывает мир как форма, подобно тому как душа охватывает тело, то ты не ответишь на вопрос относительно «вне мира» и о том, что находится по ту сторону Все-

Из книги Джордано Бруно «Диалоги». М.: Госполитиздат, 1949. Перевод А.И.Рубина, М.А.Дымшина



АРХИВ

ленной и вне ее. Если ты хочешь извинить себя, сказав, что там, где нет ничего, нет и никакой вещи, нет также и места «по ту сторону» и «вне», то ты меня этим не удовлетворишь, ибо это слова и извинения, которые не могут быть понятны. Ибо действительно невозможно, чтобы, опираясь на какое-либо чувство или фантазию <...>, ты мог заставить меня утверждать с действительным разумением, что имеется некоторая поверхность, некоторый край, некоторая конечность, за пределами которой нет ни тела, ни пустоты.

Буркий. Конечно, я думаю, следовало бы сказать ему, что если кто-либо протянет свою руку за пределы этой выпуклости, то она не будет в каком-либо месте или в какой-либо части и, следовательно, перестанет существовать <...>

Филотей. В общем итоге, переходя прямо к предложению Аристотеля, я нахожу смешным утверждение, что вне неба не существует ничего и что небо существует в себе самом, <...> ибо объемлющее всегда отличается от заключенного в нем; согласно ему самому, они отличаются друг от друга в такой степени, что объемлющее бестелесно, а заключенное в нем телесно, объемлющее неподвижно, а заключенное в нем подвижно, объемлющее имеет математический характер, а заключенное в нем физический. Пусть даже будет эта поверхность чем угодно, я все же буду постоянно спрашивать: что находится по ту сторону ее? Если мне ответят, что ничего, то я скажу, что там существует пустое и порожнее, не имеющее какой-либо формы и какой-либо внешней границы, а ограниченное лишь по сю сторону. И это гораздо более трудно вообразить, чем мыслить Вселенную бесконечной и безмерной <...>

Начнем теперь сначала: почему мы желаем или можем думать, что Божественная деятельность пуста? Почему, принимая во внимание, что всякая конечная вещь является ничем по отношению к бесконечности, мы желаем утверждать, что Божественная благодать, которая может сообщаться бесконечным вещам и может разливаться в бесконечности, желает быть скудной и ограничивается ничем? <...> Почему вы предпочитаете, чтобы Он открывался все в меньшей степени или, говоря пра-

вильнее, совсем не открывался, чем согласно своему славному могуществу и бытию? Почему должна быть тщетной бесконечная способность, нарушена возможность бесконечных миров, которые могут быть? Почему должно быть ущерблено превосходство Божественного образа, который должен блистать больше во встречном зеркале и согласно бесконечному и безмерному роду своего бытия? <...> Каким образом ты хочешь, чтобы Бог был ограниченным как по своему могуществу, так и по своей деятельности и по своему действию (что является в нем одной и той же вещью), чтобы Он был пределом выпуклости сферы, а не, если можно так выразиться, неограниченным пределом неограниченной вещи? <...>

Таким образом, необходимо признать одно из двух: или то, что действующее начало, от которого зависит бесконечное действие, будет признано причиной и началом безмерной Вселенной, содержащей бесчисленные миры; это не влечет за собой никаких неудобств, все даже вытекает соответствующим образом, согласно науке, законам и вере; или же действующее начало, поскольку от него зависит конечная Вселенная с этими мирами (которые суть звезды) в определенном количестве, будет признано конечной, активной и определенной потенцией, подобно тому как его акт конечный и определенный, ибо каков акт, такова и воля и такова потенция <...>

Подходя к заключению и не желая вести себя подобно софисту, обращающему свое внимание на мнимые трудности и тратящему свое время в болтовне, я утверждаю то, чего не могу отрицать, а именно, что в бесконечном пространстве могут быть бесконечные миры, подобные этому, или же что эта Вселенная способна содержать многие тела, подобные этим, называемым звездами; и еще что (будут ли эти миры подобны нашему миру или нет) бытие их было бы благом, с не меньшим основанием, чем бытие других; ибо бытие другого имеет не меньше основания, чем бытие одного, бытие многих, чем бытие того и другого, и бытие бесконечных, чем бытие многих. Подобно тому как было бы злом уничтожение и небытие этого мира, точно так же не было бы благом небытие бесчисленных других.

Из диалога «О причине, начале и едином»

Теофил. Итак, Вселенная едина, бесконечна, неподвижна. Едина, говорю я, абсолютная возможность, едина действительность, едина форма или душа, едина материя или тело, едина вещь, едино сущее, едино величайшее и наилучшее. Она никоим образом не может быть охвачена и поэтому неисчислима и беспредельна, а тем самым бесконечна и безгранична и, следовательно, неподвижна. Она не движется в пространстве, ибо ничего не имеет вне себя, куда бы могла переместиться, ввиду того, что она является всем. Она не рождается, ибо нет другого бытия, которого она могла бы желать и ожидать, так как она обладает всем бытием. Она не уничтожается, ибо нет другой вещи, в которую она могла бы превратиться, так как она является всякой вещью. Она не может уменьшиться или увеличиться, так как она бесконечна. Как ничего нельзя к ней прибавить, так ничего нельзя от нее отнять, потому что бесконечное не имеет частей, с чем-либо соизмеримых. Она не изменяется в другое расположение, ибо не имеет ничего внешнего, от чего могла бы что-либо потерпеть и благодаря чему пришла бы в возбужденное состояние. <...> В ней, конечно, нет большей высоты, чем длины и глубины, отсюда по известному подобию она называется, но не является шаром. В шаре длина такова же, как ширина и глубина, потому что они имеют одинаковый предел; но во Вселенной ширина, длина и глубина одинаковы, потому что одинаковым образом они не имеют предела и бесконечны. <...> В бесконечной длительности час не отличается от дня, день от года, год от века, век от момента; ибо они не больше моменты, или часы, чем века, и одни из них не меньше, чем другие, в соизмерении с вечностью. Подобным же образом в бесконечности не отличается пядь от стадия, стадий от парасанга; ибо парасанги для соизмерения с безмерностью подходят не более, чем пяди. Следовательно, бесконечных часов не больше, чем бесконечных веков, и бесконечные пяди не больше числом, чем бесконечные парасанги. К соизмерению, подобно, единству и тождеству бесконечного бытие человека не более близко, чем бытие муравья, звезды, ибо к этому бытию бытие Солнца, Луны не более приближается, чем бытие человека или муравья, и поэтому в бесконечном эти вещи не различимы; и то, что я говорю об этих вещах, я подразумеваю относительно всех других вещей, существующих как частные.



За что сожгли Джордано Бруно?

В 1995 году астрономы открыли первую планету вблизи иного солнца, и с тех пор число экзопланет перевалило за две сотни. Они самые разные, широчайшего спектра масс и расстояний от светила. Стирается даже грань между ними и звездами, и непонятно, например, что такое бурные гиганты и горячие Юпитеры — чудовищные планеты или карликовые звезды? В общем, наше космическое одиночество закончилось.

А ведь все это еще четыреста лет назад предсказал человек, который стал символом нового времени и был сожжен в Риме, на Кампо деи Фиори по весьма невнятному приговору. За что? Мы со школьной скамьи знаем, что за идею множественности миров. Однако времена меняются, и сейчас снова пытаются принизить роль Джордано Бруно. Поговаривают, что и ученым он не был, и казнили его за обычную ересь, а то и вовсе за политику, мол, не к той партии пристал. Попробуем разобраться.

Вот все восемь пунктов предъявленного ему обвинения.

1. Поддержка мнений, противных католической вере, и выступления против нее и против ее слуг.
2. Поддержка ошибочных мнений о Троице, божественности Христа и его воплощении.
3. Поддержка ошибочных мнений о Христе.
4. Поддержка ошибочных мнений о пресуществлении и богослужении.
5. Провозглашение существования множественности миров и их вечности.
6. Вера в переселение душ.
7. Занятия магией и ворожбой.
8. Отрицание девственности Девы Марии.

Что ж, характер у философа был несносный, а гордыня непомерна, и он действительно не стеснялся в критике церкви, ее обрядов и иерархов. Но подобную критику себе позволяли многие. Почему именно Бруно надо было сжигать так демонстративно? Ведь в приговоре нет даже ссылок на конкретные обстоятельства: когда он говорил подобное, где, кому и в каких именно выражениях. А ведь следствие длилось целых восемь лет, времени разобраться хватало!

Что-то тут не так. Формальная сторона дела в суде инквизиции была поставлена хорошо. Например, первое, о чем спросили арестованного Бруно, — не знает ли он, по чьему навету оказался в узилище. Тот ответил, что абсолютно убежден как в личности доносчика, так и в его мотивах. По закону от обвинения на основе этого доноса пришлось отказаться и еще много лет собирать доказательства вины! Мало того, когда на философа донесли сокамерники (он и в тюрьме развивал свои взгляды!), то и это не могло рассматриваться в качестве обвинения, ибо исходило от лиц заинтересованных. Ну а ворожбой и магией тогда половина Европы занималась.

Читать протоколы допросов тяжело. Вот Бруно «допрошен надлежащим образом» — и начинает каяться и клясться. Однако так и не появляются убедительные доказательства его богохульства и святотатства. Множественность миров? Но видный ученый, философ и деятель церкви Николай Кузанский задолго до Бруно возродил античную идею бесконечной Вселенной с бесконечным числом планет — и никого это не возмутило. Светоч церкви и князь философов Фома Аквинский и до Кузанца в этом не сомневался. Каноник Коперник остановил Солнце, сдвинул Землю с места за полвека до работ Бруно — и опять ничего. Он боялся не за себя, он не хотел навредить церкви и сам задерживал публикацию своего труда. Нет, опасна была не сама идея множественности миров, а ее трактовка. Чем же так напугал священников Ноланец?

Вытекающие из идеи множественности миров взгляды на возможности Бога и на круг его задач уже затрагивают самые основы веры, хотя Бруно в своей космологии был святее Папы Римского: он исходил из концепции Бога куда более величественного, чем смогли вообразить авторы идеи



единого, универсального Бога. Бог Бруно — это не локальный Бог Земли, но грандиозный, бесконечно могущественный Бог бесконечной Вселенной!

Наш Бог еще божественнее, чем мы думали? Прекрасно, тем более надо верить в него. Увы, как раз с верой, с ее догматами получается не очень хорошо. Ведь для Бога бесконечной Вселенной наша Земля, затерянная в безднах пространства, и ее обитатели не представляет особой ценности. Неужели он будет Богом не всех миров, но только католической религии, одной из многих религий даже на этой пылинке? Вот к чему ведут четвертый и пятый пункты обвинения.

Божественное начало не может быть пассивным, писал философ, это недостойно его! Действительно, стоит только всерьез признать, что Бог всемогущ, — и придется доводить эту идею до логического конца. Придется отбросить и троичность, и антропоморфность Творца — зачем они? Неужели демиург такой мощи сочтет достойным себя создание одного-единственного авраам-птолемеевского мирка? Нет, конечно! Творение должно быть равновелико творцу, и мир неминуемо оказывается бесконечным, а сам творец сливается со своим творением.

Но и на этом не удастся остановиться. Бесконечное всемогущество Бога необходимо потребует бескрайности мира не только в пространстве, но и во времени! Над вопросом о том, что делал Бог до того, как Он начал свое дело, боялся задумываться даже такой титан, как Августин Блаженный. Он раздраженно обрывал подобные речи, заявляя, что именно для излишне любопытных Бог и придумал ад.

Парадоксальным образом, ставя Бога на его законное место, Бруно выбивал почву из-под фундамента церкви! Вечность Вселенной лишает смысла разговоры о творении, якобы начавшемся в один прекрасный понедельник семь с половиной тысяч лет тому назад. Мало того, дерзкий философ рушил не только вселенский и земной порядок, он лез в душу. Бывший доминиканец хорошо знал больные места церкви и дал нашим душам волю. Для перемещения по Вселенной он предоставил им способность к метемпсихозису, или реинкарнации, и связал тем самым свою грандиозную картину мироздания прочными духовными нитями.

Он лишал церковь главного ее оружия — неотвратимости Страшного суда и кары, а ведь власть над душами — основа основ любой религии. Неужели безгранично всемогущему творцу важна столь бесконечно малая задача, как подсчет грехов и духовных подвигов недолговечных и не слишком уж разумных белковых существ на одной из пылинок Вселенной? Или достойно Ему заниматься списанием совсем уж безнадежных грешников в ад? Да и какой ад, какой дьявол может иметь место при творце такой мощи?!

Бруно обвиняли даже в атеизме, но к идее о множественности обитаемых миров он пришел, размышляя о природе Бога! Не научным путем — первый телескоп был собран Галилеем лишь через девять лет после казни философа, —

а путем размышлений над структурой мира. Так он и говорит в своих знаменитых «Диалогах». Для него мир и Бог были неразрывно связаны и даже эквивалентны.

Далее в «Диалогах» Бруно (а не Декарт тридцатью годами позже!) вводит понятие эфира как физического поля, критикует Аристотеля и показывает, как учение Коперника подтверждает его, Бруно, идеи. Он не зря ценил Фому Аквинского и сам был мастером рассуждений. В третьем диалоге, исходя из посылки, что все части Вселенной состоят из одинаковых элементов, он доказывает обитаемость множественных миров.

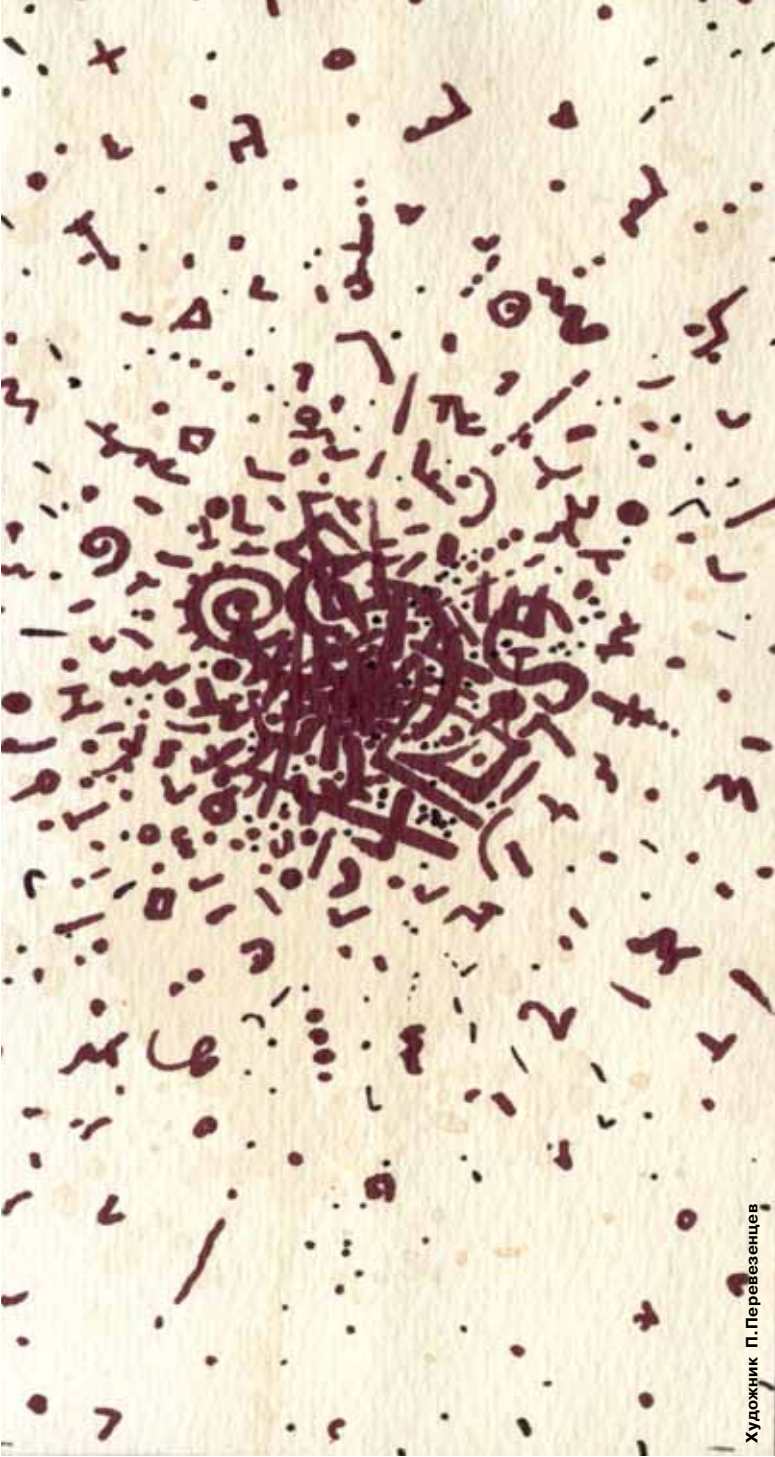
Однако это подрывает идею искупительной жертвы и концепцию церкви как дома Божьего на земле. Невозможно представить — Станислав Лем писал об этом — миллионы повторяющихся распятий, вознесений и воплощений, бесконечные множества христов и страшных судов — это уже явный абсурд, и Бог не может играть в такие игры.

Что ж, Ивану Карамазову не зря снился его сон, в котором инквизиция готова отправить на костер вернувшегося Христа, ведь Второе пришествие прекращает миссию церковного служения — в крайнем случае церковнослужители обойдутся и без Христа. Однако вряд ли они могли смириться с представлением о том, что их церковь лишь одна из бесчисленных церквей безграничного мира, причем, вполне возможно, провинциальной. Миры ведь могут оказаться различными, могут быть и сверкающие метрополии, на фоне которых мы окажемся захолустьем. И чего тогда будет стоить наместничество Римского Папы на Земле? Блэза Паскаля пугала бездушная, бесконечная Вселенная, но Бруно верил в Создателя и поэтому не боялся бесконечности, не побоялся додумать опасную мысль о пределах Бога почти до самого конца и пришел к выводу, что этих пределов нет. И это очень печальный для церкви факт. Если же пойти дальше, то выяснится, что в бесконечной и вечной Вселенной Бог не нужен, поскольку не следует без необходимости умножать число сущностей. Не исключено, что именно такая опасная мысль и пришла в голову членам суда, побудив их вынести приговор.

Увы, прагматиком, как Галилео Галилей, Бруно не был. Если во всех остальных грехах он покаялся, то в вопросе о множественности миров остался непоколебимо тверд. Поэтому у суда инквизиции, пожалуй, и не было иного выхода, как зажечь тот костер на Кампо деи Фиори. И популяризировать столь опасные идеи, хотя бы только включая, зачитывая и разъясняя их в пунктах обвинения, она не рискнула. Не зря Бруно предупреждал палачей, что им будет страшнее вынести приговор, чем ему его встретить.

История оказалась весьма упруга, и одним минимально необходимым вмешательством, как тот костер, — не обойтись. Время длится, и тянется, и дотягивается до нас, ныне живущих. Гипотеза Бруно получает в наше время новое дыхание и в теории струн, и в инфляционной теории и возрождает на новом уровне представление мира, как Multiverse — мира множественных вселенных. И это грандиозно.

Ю. Кирпичев



Художник П. Перевезенцев

Не темная энергия

Кандидат технических наук

В.И. Миркин, mirkinvlad@mail.ru

Общепринятое представление о возникновении и эволюции Вселенной в кратком изложении выглядит так. Сначала не было «ничего». Потом это ничего взорвалось, и продукты взрыва стали расширяться. При этом они охлаждались и конденсировались сначала в кварк-глюонную плазму, потом просто в плотную плазму, а затем вещество (общим весом 10^{50} тонн) и излучение разделились. С тех пор вещество летит в разные стороны, причем, видимо, вместе с ним летит и пространство, поскольку оно, равно как и время, тоже должно было возникнуть во время взрыва. Поскольку скорость любого объекта меньше скорости света, то с помощью закона Хаббла, основанного на измерениях смещения спектральных линий излучения ($v = Hr$, где H — постоянная Хаббла), можно определить и расстояние до объекта, и время его образования после взрыва, и его состав. (Однако здесь присутствует одно произвольное допущение: значение H одинаково во всей Вселенной.) Иначе говоря, объекты, расположенные на видимой границе Вселенной (с самым большим значением красного смещения), мы видим такими, какими они были в момент ее образования. На карте Вселенной (см. «Химию и жизнь», 2006, № 8) в этой области, которая удалена от Земли на 13,7 млрд. световых лет, звезды отсутствуют, а есть раскаленное облако атомарного водорода. Где-то не столь далеко от этой видимой границы находятся первичные звезды, состоящие из гелия и водорода. Ближе к нам находятся звезды следующих поколений, в которых уже присутствуют другие элементы. За видимой границей, в качестве которой выступает сфера образования реликтового фона, находится невидимая область. В ней излучение еще не отделилось от вещества.

Картина мира будет неполной, если не сказать, что вещество подчинено по крайней мере четырем независимым видам взаимодействия — электромагнитному, слабому, сильному и гравитационному, которые, хотя они неплохо изучены по отдельности, все же никак не удается свести в единую теорию. Причиной этому видится отсутствие реальной физической модели. И не случайно появление большого количества неканонических теорий, к сожалению, тоже безмодельных.

Электрический эфир или темная энергия?

Чтобы объяснить наблюдаемое расширение Вселенной с ускорением, в физике появилось понятие «темной энергии», обладающей антигравитационными свойствами. Кроме того, ей приписано отрицательное давление, одними авторами интерпретируемое как уменьшение энергии Вселенной, другими — как сила, препятствующая растяжению вещества.

Это «темное» объяснение игнорирует важнейший экспериментальный факт, вытекающий из внимательного анализа закона Хаббла: движение галактик происходит с возрастающим ускорением, то есть под действием возрастающей силы. Все, что предлагается на роль темной энергии — квинэссенция, слабое скалярное поле и, как главный кандидат, электрически нейтральный физический вакуум не могут удовлетворять указанному требованию. А почему бы нам не предположить эфир, заряженный на всю Вселенную единым зарядом? Изучению свойств такой среды и посвящена эта статья.

Чтобы понять эту идею, нужно преодолеть два стереотипа. Первый: если количество протонов и электронов в веществе

От редакции. Со времен, когда А.А.Фридман нашел нестационарное решение уравнения Эйнштейна, а Г.А.Гамов придумал Большой Взрыв, история Вселенной выглядит достаточно стройной и понятной. Однако свежие данные, полученные астрофизиками показали, что понятно нам далеко не все. Две наиболее серьезные находки конца XX века: масса галактик гораздо больше, чем суммарная масса звезд, а красное смещение последние пять с лишним млрд. лет нарастает с ускорением. Чтобы их объяснить, ученым пришлось признать, что Вселенная на 95% состоит непонятно из чего. Идеи о конечности Вселенной подливают масла в огонь.

Когда появляются столь существенные поправки, возникает мысль: а правильно ли проведены измерения и корректно ли трактуются их результаты? В этой ситуации имеет смысл рассмотреть альтернативные мнения. В качестве примера мы выбрали эфирную теорию В.И.Миркина, которая построена на единственном постулате: эфир существует и состоит из заряженных частиц, размер которых существенно меньше размера нуклона. Посмотрим, к каким последствиям для нашего мира приводит такая модель.

одинаково, то и эфир должен быть нейтральным. На самом деле это утверждение ничем не обосновано. Второй: наши органы чувств и приборы не чувствуют никакого заряда окружающей среды. Однако мы его и не должны чувствовать, как не чувствуем давления атмосферы, как рыбы не чувствуют давления воды. Причина в добавке к первому закону Ньютона: «...Или равнодействующая всех сил равна нулю».

Представим себе поле такого заряда в виде малых по размеру частиц, легко помещающихся между нуклонами и даже способных заполнять «щели» между ними с учетом «смачиваемости» (взаимодействия зарядов). Они будут пронизывать вещество, и опыты вроде того, что ставили Майкельсон и Морли, не позволят измерить скорость ветра подобного эфира. В безграничном поле за счет сил расталкивания частицы, подобно пылевой плазме (см. «Химию и жизнь», 2006, № 4), выстроятся в «кристаллическую решетку», удалившись друг от друга на максимально возможное расстояние, не имея, однако, возможности вырваться за пределы Вселенной. В отличие от частиц вещества назовем их частицами эфира, поля или вакуума.

Такой эфир искривляется под действием гравитации, обладает квантовыми свойствами (из-за наличия элементарной ячейки). В нем будут присутствовать различные виды движения, возмущения станут передаваться фонами. Скорость их движения — это собственная скорость распространения волн в дисперсной среде. В результате должна наблюдаться дисперсия волн — и ее, возможно, действительно наблюдали в 1987 году (см. «Химию и жизнь», 1988, № 4), когда вспышку сверхновой, возникшей на расстоянии в 170 тысяч световых лет, нейтринные датчики зафиксировали на несколько часов раньше, чем на небе была замечена новая звезда. По некоторым данным, в рентгеновском диапазоне вспышку зафиксировали на 1,5 с раньше, чем в оптическом. Кстати, подобная дисперсия скоростей дает отличную возможность замера расстояний.

Частицы вещества со стороны эфира будут испытывать очень слабое воздействие, поскольку равнодействующая всех электрических сил, к ним приложенных, будет равна нулю. Почти всегда, но не всегда. И расширяющаяся Вселенная — первый прибор, который позволит измерить параметры заряженного эфира, поскольку у нее, похоже, имеется граница.

Плотность заряда

Плотность эфира будет подобна колоколу: максимум в центральной области и спад к границе. В центральной области равнодействующая сил его давления на вещество равна нулю, а при смещении от центра давление с одной стороны оказывается выше, чем с другой, и возникает выталкивающая сила, действующая в направлении границы. Эта сила, в полном соответствии с законом Хаббла, увеличивается по мере удаления от центра. Из того, что звезды и галактики со всех сторон от Земли имеют одинаковое красное смещение, следует, что наша планета находится в центральной области такой Вселенной (в противном случае с одной стороны звезды летели бы от нас с большей скоростью, чем с противоположной). После столетий борьбы с гео-, гелио- и антропоцентризмом этот вывод может показаться странным или даже пугающим, однако никаких особых общих соображений, запрещающих Земле располагаться в районе центра мира, нет, это скорее дело вкуса.

Ближе к границам Вселенной скорость удаления галактик должна бы начать возрастать очень резко, и все же нельзя не обратить внимание на то, что и постоянная Хаббла, и скорость света будут изменяться при уменьшении плотности вакуума, и должна существовать граница, за которой эта область из-за отличия коэффициентов преломления станет невидимой (вспомним упомянутую выше темную область на границе Вселенной в модели Большого взрыва). Впрочем, заметить резкое увеличение скорости удаления окраинных галак-



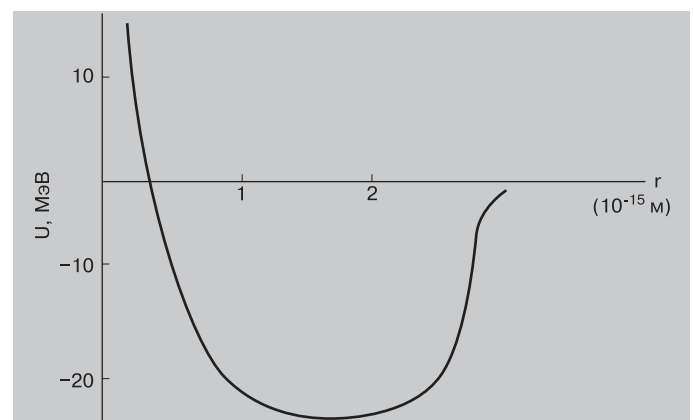
А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

тик современными методами невозможно, поскольку по смещениям спектральных линий можно определить только произведение расстояния на постоянную Хаббла, а для расчета ускорения нужно знать истинное расстояние до объекта.

Взаимодействие нуклонов

Вторым прибором для изучения заряженного эфира служит атомное ядро. Возьмем для наглядности такую модель: две пластинки на дне моря. Если их сначала сжать без зазора, а потом опустить в воду, то давление воды прижмет их друг к другу. А между несоприкасающимися пластинами сила притяжения будет равна нулю, то есть проявится короткодействующий характер этой силы. Для наблюдателя, «не чувствующего» воду, эффект будет необъяснимым, поскольку он не связан со свойствами пластин. Нечто подобное должно происходить и с нуклонами, помещенными в заряженный эфир. Имеющийся вид зависимости сильного взаимодействия от расстояния вполне отвечает такой идее. На ближних и дальних расстояниях эта зависимость имеет вид отталкивания в соответствии с законом Кулона. На средних же расстояниях возникает потенциальная яма некоего короткодействующего взаимодействия. Аналогично ведет себя, например, потенциал взаимодействия ионов в кристаллической решетке, где такой ход кривой объясняется очень просто: когда один ион приближается к другому, между ними возрастает сила отталкивания, поскольку они обладают зарядом одного и того же знака. А когда ион удаляется от своего соседа, он встречает увеличивающееся противодействие другого соседа и остальных ионов решетки. Где-то обе силы уравниваются — это расстояние и соответствует периоду решетки.

Применить аналогию к строению ядра атома можно так. Когда один протон приближается к другому, возрастает сила электростатического отталкивания между ними. А когда он удаляется, возрастает отталкивание заряженного эфира —



Так зависит энергия сильного взаимодействия нуклонов от расстояния между ними. Считается, что диаметр нуклона около $1 \cdot 10^{-15}$ м. То есть, если они соприкоснутся, то окажутся в самом энергетически выгодном состоянии

примерно так, как это случается в кристаллической решетке. Отсюда, кстати, следует, что эфир заряжен положительно. Если один нуклон расположен рядом с другим, эфир действует на него только с одной стороны и прижимает к соседу. А при удалении на большое расстояние силы от частиц поля, действующих с противоположных сторон, уравниваются и потенциал взаимодействия стремится к нулю. При этом сила отталкивания от частиц поля не связана с электричеством, она характеризует жесткость эфира. Поэтому такая сила действует не только на заряженные протоны, но и на нейтроны.

Из потенциала межнуклонного взаимодействия можно определить величину жесткости вакуума. Глубина ямы составляет 22 МэВ. Как видно из рисунка, кулоновское отталкивание добавляет еще 2–4 МэВ. Получается, что энергия притяжения составляет 25 МэВ.

Разлет вещества

Если стабильность ядер и разлетание галактик вызвано одной и той же силой давления частиц поля, можно провести сопоставительный расчет. Для этого возьмем один нуклон, массы все равно сократятся. В центре Вселенной никаких выталкивающих сил не существует: на нуклон с каждой стороны действуют силы, обусловленные уже упомянутым потенциалом в 12,5 МэВ. Равнодействующая сил выталкивания отлична от нуля лишь при удалении от центра. И на границе Вселенной, где нет «другой» стороны, энергия взаимодействия нуклона с частицами эфира составит 25 МэВ. Учитывая, что $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ н} \cdot \text{м}$, а масса протона $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, получаем по формуле $E = mv^2/2$, что скорость будет равна $0,7 \cdot 10^5 \text{ км/с}$.

Первые звезды расположены на расстоянии примерно 10 млрд. световых лет от нас. Нынешнее значение постоянной Хаббла — 72 км/с на мегапарсек. Значит, скорость удаления от нас самых далеких звезд составит $2,21 \cdot 10^5 \text{ км/с}$. Впрочем, в оценке возраста и соответственно размера Вселенной единства нет: называют числа от 7 до 16 млрд. лет. С учетом возможных вариаций скорость галактик на границе Вселенной может быть от $1,07 \cdot 10^5$ до $4,9 \cdot 10^5 \text{ км/с}$. Последнее больше скорости света. Не будем спешить удивляться. На карте Вселенной обозначена зона галактик (на расстоянии больше 4,74 Гпк, измеренном в сопутствующих координатах. — *Примеч. ред.*), которые удаляются от Земли со скоростью больше скорости света, и никакого раздражения это обстоятельство у астрофизиков не вызывает.

Мы видим, что скорости, полученные исходя из данных о расширении Вселенной и соображений о заряженном эфире, различаются в среднем в три раза. Однако расчет сделан для почти «стационарного» эфира, в то время как он также разлетается, и это движение добавляется подобно тому, как к архимедовой силе добавляется сила потока струи. Значит, уточнение имеющихся данных позволит оценить скорость разлетания эфира.

Судьба нейтрона

Предлагаемая модель позволяет по-новому взглянуть и на стабильность нейтрона. Как известно, оказавшись вне ядра, он распадается на протон и электрон за 12–20 минут. Считается, что причина распада — слабое взаимодействие. Это объяснение очень странное, ведь минуты — огромное время по атомным масштабам. Нейтрон должен разваливаться либо сразу, либо никогда. Столь долгий срок жизни заставляет подозревать, что в этом виноват динамический процесс: внутри нейтрона накапливаются какие-то изменения, которые и приводят к его гибели.

Возьмем опять простую механическую аналогию: вертикальный шест, на конце которого в горизонтальной плоскости вращаются на нитях два груза. Если длины нитей и массы грузов одинаковы, а сдвиг фаз 180° , то ломающей нагрузки на шест

нет. Однако если есть отличия, то через некоторое время грузы окажутся с одной стороны и шест может сломаться. Чем меньше отличия, тем дольше система живет. Для нейтрона модель может выглядеть так. Электрон с весьма высокой частотой вращается вокруг внутреннего положительного заряда нейтрона, и параллельно его движению во внешнем поле перемещается волна плотности положительного заряда. Скорость ее перемещения может оказаться недостаточно высокой (она же не может превысить скорость света), чтобы совершать оборот за то же время, за какое электрон облетает центр нейтрона (или просто нейтрон вращается). Возможна ситуация, когда оба положительных заряда будут расположены по одну сторону от электрона. Электрон сначала будет ускоряться совместным действием их сил, затем внутренний заряд будет его замедлять, а внешний ускорять, и он сможет преодолеть потенциальный барьер. Вполне возможно, что для этого требуются триллионы триллионов оборотов. А в ядре протоны как-то сдерживают этот процесс и нейтроны обретают стабильность. Так, избавившись ранее от сильного взаимодействия мы избавимся и от слабого.

Динамика эфира

Такая гигантская система, как поле Вселенной, испытывает локальные и глобальные флуктуации, вызванные и наличием вещества, и собственными причинами. Это неизбежно должно приводить к колебаниям плотности эфира во времени и пространстве, что, в свою очередь, будет искривлять его решетку и изменять коэффициент преломления среды. В результате возникнет эффект линзирования (который ныне относят на счет темной материи) вплоть до потери видимости, когда свет не в состоянии преодолеть границу раздела «сред». В то же время появляется возможность объяснить эффект, на который ранее закрывали глаза: в ближней к Земле зоне с радиусом один мегапарсек разброс скоростей галактик носит хаотический характер, некоторые из них даже приближаются к нам, как об этом рассказывали И.Караченцев и А.Чернин в «Мире науки» за 2006 год. Так и должно быть в центре мира: там, где «выталкивающая» сила почти равна нулю, заметное влияние получают другие виды движения («эфирные ветры»), что в огромном неоднородном пространстве создает эффект хаотичности. На фоне хаотичности можно увидеть колебательный характер зависимости скоростей галактик от расстояния, и этот факт совершенно необоснованно игнорируется в литературе. Форма колебаний («широкий» максимум и «острый» минимум с периодом 0,4–0,5 мегапарсека) говорит об интерференции по крайней мере двух волн — прямой и обратной, что неплохо согласуется со способной двигаться средой, но не с мистической темной энергией.

Гравитация и нагрев небесных тел

Необычайно важное для нас свойство предлагаемой модели — возникновение давления, связанного с движением частиц вакуума внутри вещества. Привлечем аналогию из гидродинамики. В соответствии с законом Бернулли, между двумя кораблями, движущимися неподалеку друг от друга параллельными курсами, будет наблюдаться снижение уровня воды, что вызовет их взаимное притяжение: статическое давление между ними оказывается меньше, чем в среднем по акватории. Колебания плотности эфира должны вызывать аналогичное снижение давления между ядрами атомов. Вокруг любого тела образуется своеобразная потенциальная яма, вызванная снижением статического давления в месте его расположения. В результате любое другое тело стремится окататься в этой яме, то есть притянуться. Это очень похоже на действие гравитации. Скорость распространения гравитации, соответствующая скорости упругих волн в кристалли-

ческой решетке эфира, конечна и равна собственной скорости распространения электромагнитной волны, что и подтвердили эксперименты астронома Сергея Копейкина из Университета Миссури, проведенные в 2003 году.

Казалось бы, мы в тупике: гравитационные волны не фиксируем, скорость частиц эфира и его вязкость замерить хотя и можем, но еще не догадались об этом. Как проверить гипотезу? Мы знаем, что при уменьшении статического давления должно возрастет динамическое. Его энергия неизбежно перейдет к частицам вещества, и тела будут нагреваться только из-за того, что обладают массой. И к тому есть экспериментальные предпосылки. Например, американский астроном Оливер Хансен, измеряя температуру поверхности астероидов по их излучению обнаружил, что она примерно на 100К больше, чем положено по расчету. А проделать расчет просто, ведь единственный источник нагрева астероидов – солнечный свет. Столь же загадочным остается и источник тепла, благодаря которому Юпитер излучает в 2,9 раза больше тепла, чем получает от Солнца. Можно возразить, что увеличение скорости движения атомов из-за роста температуры неизбежно приводит к росту скорости движения частиц эфира и уменьшению статического давления. Получается, что масса тела должна зависеть от температуры, а ведь еще М.В.Ломоносов доказал, что вес нагретых тел при нагреве не изменяется. Однако для звездных размеров и температур никто таких опытов не ставил, а сама по себе темная материя была «востребована» из-за того, что масса звезд, измеренная по гравитационным эффектам, оказалась больше измеренной по их светимости. Если же предположить, что при нагреве тела его масса возрастает, то можно обойтись без темной материи. Для увеличения массы в 5–6 раз скорость движения эфира относительно вещества при температуре 15–30 млн. градусов должна составлять 98% скорости света.

Эфир может вовлекать вещество в движение только потому, что он обладает вязкостью, и у нас имеются данные, чтобы ее оценить. Это информация о «Пионерах» – первых искусственных объектах, покинувших пределы Солнечной системы. Ученые из НАСА, продолжающие наблюдать за их полетом, уже довольно давно заметили, что скорость этих космических кораблей уменьшается быстрее, чем положено по законам небесной механики. С учетом всех влияний было установлено, что не поддается объяснению замедление около $8 \cdot 10^{-10}$ м/с². При скорости 12,4 км/с в размерности постоянной Хаббла это дает $6,45 \cdot 10^{-14}$ м/с на метр (постоянная Хаббла равна $2,4 \cdot 10^{-18}$ м/с на метр). Ничто не мешает предположить, что торможение «Пионеров» вызвано именно взаимодействием с эфиром и перед нами величина, его характеризующая. Она небольшая, поэтому неудивительно, что в начале XX века никто не мог заметить эфир со столь малой вязкостью. Тем более что в длительно существующих системах эфир сам вовлекается в движение тел и его вязкость как будто уменьшается.

Парадокс «Пионеров» может говорить и о том, что мы наблюдаем различие гравитационной (связанной со взаимным притяжением тел) и инерционной (которая стоит во втором законе Ньютона) масс. Дело в том, что все тела на Земле совершают несколько видов движения сквозь пространство. Самое быстрое из них – движение Солнечной системы (250 км/с). Эта скорость, по сути, определяет гравитационную массу. А инерционную массу измеряют при ускорениях до скоростей на три порядка меньших. Понятно, что они не могут внести существенного дополнительного вклада. Есть данные, что идентичность этих масс доказана с точностью до 10^{-12} . Однако при вязкости эфира порядка 10^{-14} различие этих масс можно заметить на космических расстояниях.



Большой распад

А теперь, по традиции статей об астрофизике, немного фантазии. Когда-то плотность эфира была выше нынешней, яма потенциальной энергии взаимодействия нуклонов – глубже, и могли существовать ядра трансурановых элементов. Плотность уменьшалась, и они распадались, выделяя фотоны, наблюдаемые сейчас как реликтовое излучение. Процесс распада, причем даже тех элементов, которые на Земле устойчивы, продолжается и сейчас в галактиках, уже попавших в область меньшей плотности эфира. Поскольку ядра сложных элементов в граничных галактиках «лопаются» не одновременно, то наблюдается пространственно неравномерная интенсивность этого излучения. Конеч света на Земле наступит, когда распадется железо

Такой сценарий эволюции Вселенной позволяет объяснить наличие тяжелых элементов там, где их не должно быть. И нынешнее соотношение масс водорода и гелия во Вселенной (70% и 30%) могло быть получено отнюдь не в «горячей Вселенной». Вряд ли конечным этапом цепочки распада ядер будет водород: без эфира могут развалиться и нуклоны. Не исключено, что именно с этим связано отсутствие тяжелых элементов в звездах первого поколения, а также расположенная вблизи границ видимой Вселенной область, заполненная горячим водородом. Поэтому то, что фиксирует астрономия на границе Вселенной, может быть не началом, а концом, поскольку мы не видим процесс образования звезд из облаков в окраинном районе, а если звезды уже имеют некоторый возраст, то что им мешает образовать тяжелые ядра, как это сделали их более молодые «коллеги»?

Закключение

Ничто так не ускоряет развитие теории, как попытки ее экспериментально опровергнуть. Возможно, таким экспериментом окажется изучение зависимости направления вращения галактик от расположения в пространстве. Повсеместность вращательного движения при линейности гравитационных сил доказывает, что тела искривляют свои траектории. Это похоже на поведение положительно заряженных частиц под действием сил Лоренца, которые вызваны движением заряженных тем же знаком частиц эфира. Если Вселенная не содержит гигантских вихрей, то можно предположить общий характер вращения.

В этом случае, взяв луч, который пронизывает Вселенную и проходит через ее центр и Землю, можно наблюдать такую закономерность. Галактики, находящиеся между нами и ближайшей границей, будут вращаться в одну сторону, а находящиеся между нами и центром, двигаясь в ту же сторону относительно наблюдателя в центре, для нас станут вращаться в обратном направлении. Галактики по другую сторону от центра, будут вращаться, как первые галактики. Несложно представить, что галактики, находящиеся на другом луче и ближе к центру, чем мы, будут видны нам сбоку, как торцы дисков. Обнаружение подобной анизотропии вращения, благо астрономы в своих базах данных накопили сведения о множестве галактик, может послужить серьезным основанием для того, чтобы задуматься о возможности существования заряженного эфира.



НАНОЧАСТИЦЫ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Ученые из США придумали очередной способ повышения эффективности дешевых солнечных батарей.

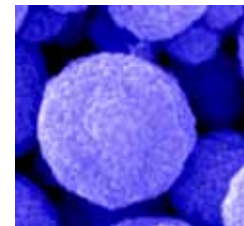
Guozhong Cao,
gzcao@
u.washington.edu

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

С 1991 года, когда были созданы первые батареи, в которых обычный белый пигмент, диоксид титана, превращает солнечный свет в электричество, ученые пытаются повысить их эффективность. Дело в том, что такие батареи гораздо дешевле кремниевых и делать их существенно проще. Однако пока что лучшие из них преобразуют в электричество лишь 11% энергии света. Это в два раза меньше, чем у коммерческих кремниевых батарей, которые стоят на крышах многих европейских домов, да и не только там. Очередной способ повысить эффективность некремниевой батареи придумали ученые из Университета Вашингтона во главе с профессором Цао Гочжуном.

Для того чтобы поглотить как можно больше солнечного света, нужно увеличить площадь поверхности, занятой пигментом. Например, сделать его частицы как можно меньше, а их число – больше. С другой стороны, если крупные частицы, чей размер сравним с длиной волны света, лучше его рассеивают, и опять же степень поглощения возрастет. Как бы совместить оба качества в одном устройстве?

Для этого ученые из группы профессора Цао синтезировали мельчайшие, размером в 15 нм, частицы пигмента, а потом объединили их в конгломераты диаметром 300 нм. Из этих конгломератов собрали пластину и осветили ее солнечным светом. Результат превзошел ожидания: эффективность превращения света в электричество увеличилась в три раза! Правда ученые использовали частицы оксида цинка, а не титана, поскольку с ними работать проще, поэтому эффективность росла с 2,4 до 6,2%.



СОСУДЫ ИЗ ВОЛОС

Американские биотехнологи вырастили гладкие мышцы из стволовых клеток, найденных в луковице волоса.

Пресс-секретарь
Ellen Goldbaum,
goldbaum@buffalo.edu

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

Гладкие мышцы – основа множества органов. В частности, из них построены стенки кровеносных сосудов, желудка, кишечника, мочевого пузыря или бронхов. Значит, научившись выращивать такие клетки, можно надеяться, что методами тканевой инженерии удастся лечить повреждения этих органов. И действительно, биотехнологи из Университета Буффало (США) во главе с доктором Стелиосом Андреадисом несколько лет назад научились выращивать кровеносные сосуды из стволовых клеток, выделенных из костного мозга. Конечно, такие сосуды очень перспективны: при их вживлении не возникает проблем с отторжением, как это обычно случается с донорскими тканями. Однако чтобы добыть костный мозг, нужно подвергнуть пациента не самой простой операции.

Новое исследование открыло неисчерпаемый источник стволовых клеток, пригодных для превращения в клетки гладких мышц, буквально на поверхности. В данном случае – на поверхности тела млекопитающего: оказалось, что такие клетки содержатся в луковицах волос. Во время своих опытов, ученые извлекли стволовые клетки из волос овцы и успешно вырастили из них кровеносные сосуды. «Предварительные эксперименты свидетельствуют, что сосуды из таких стволовых клеток ничуть не хуже тех, что выращены из клеток костного мозга – говорит Стелиос Андреадис.

НАНО ТРАНСПОРТ

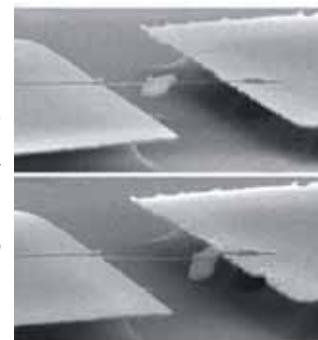
Испанские ученые сделали нанотранспортер.

Пресс-секретарь
Octavi Lopez
Coronado,
premsa.ciencia@uab.es

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

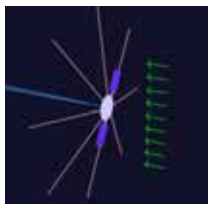
Если на тонкую и длинную углеродную нанотрубку надеть толстую и короткую, то получится самый настоящий транспортер. Принцип его работы чрезвычайно прост: один конец длинной трубки нагревают, а второй охлаждают. Соответственно амплитуда колебаний атомов в одном конце оказывается больше, чем в другом и эта разница толкает толстую нанотрубку, которая скользит по длинной как по маслу. Если к ней прикрепить небольшой грузик, он будет доставлен к месту назначения. А может и остановиться где-то посередине транспортера – все зависит от разницы температур на концах длинной трубки.

«Мы можем контролировать движение толстой нанотрубки с точностью до одного межатомного расстояния, – говорит руководитель работы Адриан Бачтолд из Исследовательского центра по нанонауке и нанотехнологии при Барселонском университете. – Кроме того, толстая трубка подобно ротору способна вращаться вокруг тонкой. Я не сомневаюсь, что придуманная нами конструкция послужит основой множества наноэлектромеханических устройств».



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПАРУС

Финские инженеры сконструировали парус для космической яхты.



Pekka Janhunen,
pekka.janhunen@fmi.fi

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

Обычный парус для ловли солнечного ветра представляет собой огромное полотно сверхтонкого пластика. Эксперименты показали, что такую конструкцию нельзя назвать удачной: попытка создать аналогичным способом космическое зеркало для освещения северных районов нашей страны провалилась из-за того, что парус-зеркало не смог развернуться должным образом. Кроме того, парус площадью в десятки квадратных километров – отличная мишень для метеоритов. Ученые из Финского метеорологического института за два года совместной работы с коллегами из России, Германии, Италии и Швеции придумали принципиально другую конструкцию. Она представляет собой тончайшие проволочки, которые привязаны с разных сторон к спутнику. Оказавшись на расчетной орбите за поями вана Аллена, спутник выстреливает эти проволочки, и они вытягиваются на 20 км. Поскольку их диаметр измеряется микронами, в свернутом виде проволочки почти не занимают места.

После развертывания паруса солнечные батареи подают на него постоянное высокое напряжение в 20 кВ. В результате проволочки становятся источниками электрического поля с положительным знаком заряда. Солнечный ветер тоже состоит из положительно заряженных ионов – протонов и альфа-частиц. Отталкиваясь от поля проволочек, они передадут часть своей энергии космическому кораблю, и тот приобретет ускорение 2 мм/с². За год корабль с таким парусом разгонится из состояния покоя до второй космической скорости и сможет отправиться в межпланетное путешествие. А если он изначально летел с немалой скоростью, то разгон займет гораздо меньше времени.

СВЕРХИЗОЛЯТОР

Ученые из США, России, Германии и Бельгии создали материал с рекордно большим сопротивлением.

Пресс-секретарь
Steve McGregor,
smcgregor@anl.gov

В зарубежных лабораториях

Члены международного коллектива, собравшегося в Аргоннской национальной лаборатории Минэнерго США, экспериментировали со сверхпроводящей пленкой из нитрида титана и обнаружили интересный эффект: если температура образца, и без того будучи около абсолютного нуля, становилась еще ниже или если уменьшалось внешнее магнитное поле, то сопротивление образца увеличивалось в сотни тысяч раз! «Вообще-то пленка нитрида титана, да и не только его, при глубоком охлаждении либо превращается в сверхпроводник, либо остается изолятором. Это зависит от ее толщины. Эксперименты, поставленные Татьяной Батуриной из новосибирского Института физики полупроводников РАН, показали, что если взять пленку, толщина которой близка к пороговому значению, то она при охлаждении переходит в новое, невиданное до сих пор состояние вещества — становится сверхизолятором, — объясняет Валерий Винокур из Аргоннской лаборатории. — Мы предложили такое объяснение. Если в сверхпроводнике электроны объединяются в куперовские пары и становятся сверхтекучей жидкостью, то в сверхизоляторе они почему-то отталкиваются друг от друга, и ток вообще не в состоянии идти по образцу». Сверхизолятор — это чрезвычайно нужный материал, потому что с его помощью можно создавать сверхконденсаторы, способные держать заряд практически вечно.

Нельзя не отметить, что открытое явление может быть мистическим образом связано с антигравитацией. Во всяком случае, именно в момент разрушения сверхпроводимости Евгений Подклетнов, если верить его словам, наблюдал эффект потери веса сигаретным пеплом. Кроме того, на материалы с огромной диэлектрической проницаемостью возлагают надежды энтузиасты, пытающиеся найти электроантигравитацию (см. «Химию и жизнь», 1998, № 2)

КРОВЬ СТЫНЕТ В ЖИЛАХ

Немецкие ученые установили, что выражение «кровь стынет в жилах от страха», довольно точно описывает то, что происходит в действительности.

Franziska Geiser,
franziska.geiser@
ukb.uni-bonn.de

В зарубежных лабораториях

Упомянутый в литературе факт — «он так испугался, что у него разорвалось сердце», увы, вполне соответствует медицинской статистике: среди пациентов, страдающие повышенной тревожностью, риск умереть от сердечного приступа в четыре раза больше, чем у спокойных людей. А доктора Франциска Гейзера и Урсула Харбрехт из Боннского университета сумели понять почему это происходит.

Довольно много людей подвержено боязни толпы, боязни высоты и прочим фобиям, которые порой сопровождаются резким покраснением лица, потливостью или дрожью во всем теле. Такие пациенты и принимали участие в экспериментах боннских ученых. Для контроля каждому участнику, страдающему фобиями, выбрали человека того же пола и возраста, который не был подвержен паническим страхам. У всех участников взяли анализ крови и попросили проделать серию тестов на компьютере, после чего взяли повторный анализ. Результат показал: кровь тех, кто подвержен фобиям содержала гораздо больше веществ, которые способствуют загустению крови.

Это не еще не тромб, но излишне загустевшая кровь вполне способна привести к нарушению кровообращения. «Загустение крови не выходит за пределы физиологической нормы, поэтому таким людям не надо теперь еще и бояться сердечного приступа, — говорит доктор Гейзер. — Однако если положение осложнено другими факторами, например излишним весом, опасность увеличивается».

КОФЕ ОТ АЛЬЦГЕЙМЕРА

Американские ученые защитили кофеином гемоэнцефалитный барьер.

Journal of
Neuroinflammation,
1 апреля 2008

В зарубежных лабораториях

Согласно одной из гипотез, причиной появления амилоидных бляшек в мозгу, которые приводят к болезни Альцгеймера, служит холестерин. Обычно мозг от всего остального организма отгораживает так называемый гемоэнцефалитный барьер, но, если в крови человека содержится много холестерина, этот барьер может повредиться. И тогда в мозг из крови просачиваются многочисленные вещества, которым там не место.

Ученые из университета Северной Дакоты во главе с Джонатаном Гейгером решили найти способ укрепить этот барьер. Для этого они в течение трех месяцев кормили подопытных кроликов жирной пищей, причем половине из них давали еще и по три миллиграмма кофеина в день. Такая доза соответствует одной чашечке кофе для человека. Оказалось, что именно у этих кроликов повреждения барьера были незначительными. Ученые из Северной Дакоты выяснили и механизм: кофеин влияет на выработку белка, который обеспечивает прочную связь между клетками, образующими барьер.

«Сведения о том, что кофе предотвращает потерю памяти и приостанавливает болезнь Альцгеймера у пожилых людей, появились давно. Похоже, нам удалось объяснить, почему это происходит», — рассказывает Джонатан Гейгер

ЧЕЛОВЕК ПИТАЕТ ПРИБОР

Бельгийские и голландские инженеры сделали прибор для снятия энцефалограмм, который работает от тепла человеческого тела.

Пресс-секретарь
Katrien Marent
Katrien.Marent@imec.be

В зарубежных лабораториях

Мозг всегда был и остается одной из тех загадок, которые притягивают внимание людей. А главный инструмент для изучения его активности — энцефалография. Как правило, установки для получения энцефалограмм стационарны, и опыты приходится проводить в лаборатории, то есть в неестественной обстановке. Если же возникнет необходимость в длительном наблюдении работы мозга человека в естественных условиях, то потребуется портативный прибор. И батарейки к нему. Вот как раз без батареек и позволяет обойтись устройство, созданное инженерами из Центра Хольста в Эйндховене (Нидерланды). У него есть два источника энергии. Во-первых это тепло, излучаемое висками человека, а во-вторых свет, падающий ему на голову. В сумме получается 1 мВт при прогулке по открытой местности — вполне достаточно для прибора, потребляющего всего 0,8 мВт. Причем он умудряется не только снимать энцефалограмму, но и передавать ее по радиоканалу в компьютер.

Соединение двух источников энергии нужно потому, что, когда температура окружающей среды приближается к температуре тела, поток электричества от тепла падает. Это падение и компенсирует солнечная батарея. Прибор пригодится не только для длительного изучения мозга, но и предупредит эпилептика о приближении припадка



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



Будущее обедненного урана

Член-корреспондент РАН,
доктор химических наук
А.М.Чекмарев,
доктор технических наук
В.В.Шаталов

ОГФУ – это обедненный гексафторид урана (UF_6), который остается в больших количествах во всех странах, где обогащают уран. К концу XX века на нашей планете накопилось уже около 1,2 миллиона тонн ОГФУ. Чем он может быть опасен и можно ли его как-то использовать?

История двух элементов

Начнем издалека. В гексафториде урана встретились элементы, находящиеся на разных концах таблицы Д.И.Менделеева. Фтор входит в первую десятку (номер 9), а уран замыкает список существующих на Земле элементов (номер 92). Кроме того, фтора в земной коре по весу 0,08% (по некоторым данным, до 0,1%), а урана всего $3-4 \cdot 10^{-4}\%$.

Разительно отличаются и истории открытия этих элементов. История открытия фтора разворачивалась как детектив – с неудачными попытками, ложными успехами, неожиданными препятствиями и даже гибелью некоторых исследователей. Его жертвами стали Т.Нокс, Д.Никлес, П.Лайет. Многие другие отравились и тяжело заболели. Принято считать, что впервые этот таинственный элемент

открыл Анри Муассон, который в 1886 году наконец выделил его в свободном состоянии электролизом плавиковой кислоты при низкой температуре.

Существенно менее богата событиями история открытия урана. Главная проблема в том, что он мало распространен, что, правда, с лихвой компенсируется вездесущностью этого редкого металла: он встречается практически во всех горных породах, в почве, в воде морей и океанов и даже в организме животных и растениях. Уран можно обнаружить везде, но для этого нужен был очень хороший химик. Мартина Генриха Клапрота Берцелиус назвал величайшим химиком-аналитиком Европы. В 1789 году, анализируя так называемую смоляную руду одного из саксонских месторождений, Клапрот обнаружил неизвестный элемент, который он назвал ураном (в честь незадолго до этого открытой планеты Уран). Теперь эту горную породу называют урановой смоляной рудой.

По-разному сложилась и дальнейшая судьба этих двух элементов. Фтор сразу стали активно использовать для синтеза фторорганических соединений, таких, как смазочные масла, гидравлические жидкости, фторопласты, фторкаучуки, фреоны, красители, наркотические средства в медицине, кровезаменители, фторсиликаты (кремнефториды), а также для производства кислотоупорных

цементов, эмалей, водоотталкивающих средств, в качестве окислителя ракетных топлив. Фтор был необходим для производства искусственного криолита в алюминиевой промышленности, даже для изготовления фторсодержащих зубных паст и многого другого.

Уран же после открытия влачил довольно жалкое существование. Его применяли для окраски стекол семафоров и светофоров в красный и зеленый цвета, некоторые из его солей служили катализаторами химических реакций, входили в состав фотоусилителей и растворов, окрашивающих фотоотпечатки в коричневый цвет. Применяли уран и в медицине как лекарство. Все это были совершенные крохи, не требовавшие расширенного производства.

На фоне этого видится гениальным предсказание Д.И.Менделеева. Во-первых, при составлении своей всемирно известной таблицы Дмитрий Иванович исправил атомный вес урана, удвоив его по сравнению с принятым в то время значением. Кроме того, в 1872 году он писал в «Основах химии»: «Между всеми известными химическими элементами уран выделяется тем, что обладает наивысшим атомным весом... что должно влечь за собою выдающиеся особенности... Убеденный в том, что исследование урана приведет еще ко многим новым открытиям, я смело рекомендую тем, кто ищет предме-



Контейнеры, используемые для хранения и транспортирования ОГФУ



тов для новых исследований, особо тщательно заниматься урановыми соединениями». Уже в 1896 году французский физик Антуан Анри Беккерель обнаружил явление радиоактивности урана. Это было началом ядерной эры в истории человечества.

Однако сразу после открытия радиоактивности уран привлек к себе не очень много внимания, он оставался экзотическим объектом исследования физиков-ядерщиков. Причина была в том, что в 1898 году Мария Склодовская-Кюри и Пьер Кюри открыли радий и полоний, чья радиоактивность была намного сильнее урана. Радиоактивность радия была так велика, что сверхмалые его количества, помещенные в пробирку, нагревали ее и светились в темноте. Родилась надежда получить на их основе неиссякаемый источник энергии, появились даже специальные институты по изучению радия. Добыча урановых руд стала быстро расти, но уран в них никого не интересовал. Так, за 1906—1939 годы в мире было добыто более 4000 тонн урана, однако большая его часть оказалась в отвалах, поскольку добывали из руды исключительно радий — в среднем 300—400 мг из тонны руды.

Так продолжалось до тех пор, пока Отто Ган и Фридрих Штассман (1939) не обнаружили, что ядра урана делятся под действием нейтронов. Они доказали возможность цепной реакции с выделением огромного количества энергии. Уран сразу стал объектом пристального изучения, лавинообразно росло число научных публикаций. За одно десятилетие (1940—1950) было добыто 2 тыс. тонн урана (в среднем 220 т/год), а в одном 1956 году — уже 10 тыс. тонн. В 1960 году добыча достигла 40 тыс. тонн.

Как разделить изотопы

Еще в 1935 году канадский физик Артур Дж. Демпстер экспериментально доказал, что природный уран состоит из смеси двух изотопов: урана с массой ядра 238 ядерных единиц и урана с массой ядра 235 единиц. При этом содержание U-238 в природной смеси — 99,3%, а U-235 — всего 0,7%. Позже обнаружили еще один природный изотоп U-234, однако его оказалось так мало (0,0057%), что им можно было пренебречь в расчетах и экспериментах. В 1935 году практическое значение открытия Демпстера еще не было ясным, однако, как говорится, нет ничего практичнее хорошей теории.

Через четыре года Н. Бор и Д. Уилер теоретически доказали, что когда нейтрон попадает в ядро урана, то делится только ядро изотопа U-235, а ядро U-238 захватывает нейтрон без деления. Затем группа американских физиков (А. Нир, Д. Даннинг и Ю. Бус) подтвердила этот теоретический вывод экспериментально. Теперь ученые точно знали, что с помощью природной смеси изотопов урана реализовать цепную реакцию с расширяющимся циклом (как это происходит при взрыве или при работе ядерной электростанции) практически невозможно.

Вот что по этому поводу писал великий итальянский физик Энрико Ферми: «Основа для осуществления цепной реакции — условия, когда после каждого деления испускается некоторое количество нейтронов, часть которых вновь вызывает деление ядер. Если первоначальное деление влечет за собой больше чем одно последующее деление, цепная реакция продолжается. Но если меньше чем одно, то цепной реак-

ции не происходит. С разделенным чистым изотопом U-235 неизбежная потеря нейтронов будет незначительной, поэтому достаточно будет сосредоточить в одном месте нужное количество U-235, чтобы получить цепную реакцию. Но если к каждому грамму U-235 прибавить 140 граммов U-238 (пропорция, в которой эти элементы находятся в природном уране), то весь этот балласт при первой же возможности поглотит нейтроны, излишек которых, образовавшийся в процессе деления, и так был минимальным. Для осуществления цепной реакции необходимо разделить редкий изотоп U-235 и сравнительно широко распространенный изотоп U-238».

Способ разделения изотопов был известен. Именно с его помощью удалось установить количество изотопов урана, а также выделить мизерное количество U-235 для доказательства деления именно его ядер под действием нейтронов. Для разделения использовали масс-спектрометр (а также его модификацию — масс-спектрограф), однако производительность такого прибора столь мала, что для наработки одного грамма чистого изотопа потребовалась бы его непрерывная работа в течение 27 тысяч лет.

Как писал в своей книге «Люди и атомы» У. Л. Лоуренс, ни Ферми, ни Бор, ни кто-либо другой среди первооткрывателей деления урана даже не подозревали о том, что для разделения урана можно применить закон Т. Грэма: скорость диффузии газа обратно пропорциональна корню квадратному из его плотности, то есть более легкий газ через любое отверстие будет диффундировать быстрее тяжелого. Газодиффузионный завод был епархией химиков, и ядерные физики имели о нем туманное представление. Именно это деление науки на части, каждая из которых изолирована от другой, долго мешало ядерщикам применить принципы химии к решению своих проблем.

А вся-то проблема была — подобрать подходящее для диффузии соединение. Можно, конечно, испарять

металлический уран и заставить его пары диффундировать через пористую перегородку. Но для этого всю установку надо нагреть до температуры кипения урана 3700°C, да еще и поддерживать эту температуру. Для больших объемов это невозможно. А жаль, поскольку разность скоростей диффузии равна корню квадратному из отношения атомных масс изотопов 238/235. То есть 1,006. Эта величина не такая маленькая, как кажется.

И тут природа преподнесла ученым один из своих редких подарков. Оказалось, что гексафторид урана возгоняется (испаряется без плавления) при температуре всего 56,5°C. При такой температуре уже вполне реально термостатировать даже большую установку. Несколько омрачает радужную картину то, что разность скоростей диффузии в данном случае будет определяться корнем квадратным из соотношения весов молекул гексафторидов U-235 и U-238 и окажется существенно меньше — 1,0043, вместо 1,006. Тем не менее UF₆ — уникальное соединение для разделения изотопов урана.

Как работает газодиффузионный завод? При прохождении смеси изотопов через центральный отсек (см. схему), окруженный пористыми перегородками, часть газа диффундирует наружу. Этот поток оказывается обогащенным легкими молекулами (в нашем случае — моле-

кулами гексафторида U-235), он называется «отбором». Обедненный поток в центральной части — «отвал». В реальных условиях из-за разных технологических сложностей коэффициент разделения одной ступени газодиффузионной установки равен всего 1,001. Поэтому чтобы получить нужную степень обогащения, смесь надо пропустить через множество перегородок. Для использования урана в качестве топлива в ядерных реакторах U-235 в обогащенной смеси должно быть не более 5%, соответственно в газодиффузионной установке нужно более 1000 ступеней разделения. Для ядерных боеприпасов необходимо содержание U-235 не меньше 95% — в этом случае понадобится уже 3–5 тысяч ступеней.

Производство UF₆ — одно из самых чистых. Присутствие любых примесей даже в минимальных количествах может нарушить работу разделительных установок, а также затруднить использование фторида U-235. Чаще всего за рубежом его получают восстановлением очень чистого U₃O₈ газообразным водородом до UO₂, который затем фторируют с помощью газообразного HF до UF₆. В России обычно проводят прямое фторирование U₃O₈ газообразным фтором до UF₆.

Разделением изотопов урана занимаются лишь немногие страны: США, Россия, Франция, Великобритания, Германия, Нидерланды, Япо-

ния, Китай, Республика Корея, Иран. Сегодня некоторые из них (в частности, Россия) заменили газодиффузионные установки на более современные — газовые центрифуги. Коэффициент разделения одной ступени газовой центрифуги — 1,25. Возможно также разделение изотопов с помощью лазерного возбуждения: лазерное излучение определенной частоты возбуждает соединение только одного из изотопов, после чего можно достаточно легко разделить возбужденные и невозбужденные молекулы. Коэффициент разделения лазерной установки равен 2,0. Следует, правда, сказать, что ряд технических трудностей пока препятствует широкому внедрению этого метода. Разработаны и другие методы разделения, однако сегодня на практике используют лишь два: газодиффузионный и газовые центрифуги.

Куда прячут обедненный уран

В результате работы разделительной установки получается два гексафторида: обогащенный по U-235 (от 3% до 95% и выше, в зависимости от использования) и обедненный гексафторид урана (ОГФУ). До какой же степени он обеднен? Припомним, что исходный (природный) уран содержит 0,7% U-235. До какой степени его «обеднять» — вопрос экономический. Понятно, что,

Обсуждая способы использования ОГФУ, можно вспомнить о тех областях применения, которые были известны до предсказания Д.И.Менделеева. Правда, сегодня, как и раньше, они не потребуют большого количества урана, но все же часть накопленных запасов UF₆ можно было бы потратить.

Уран, как всякий тяжелый металл, хорошо экранирует гамма-излучение (вспомним защитные свинцовые и свинецсодержащие экраны в радиологии).

Из урана можно делать изделия сложной конфигурации методом литья и штамповки. К примеру, вольфрамовые сердечники броневой снарядов производят только методом прессования и спекания порошка металла (из-за чрезвычайно высокой температуры плавления вольфрама, более 3400°C), что малопроизводительно. Вместо этих сердечников вполне подойдут урановые, которые можно делать простой отливкой (температура плавления урана всего около 1100°C). При этом основное полезное свойство сердечника — его высокая плотность — изменяется мало: 18,9 г/см³ для урана по сравнению с 19,3 у вольфрама.

Гидрид урана — его соединение с водородом — можно использовать в качестве аккумулятора самого легкого газа.

Активно исследуется уран в качестве составной части магнитных сплавов.

Большая плотность урана может оказаться полезной для изготовления противовесов, когда пространства немного, а устройство должно быть тяжелым (например, для подъема закрылков самолета). Большую плотность металла можно использовать для создания стабилизаторов механизмов (массивных фундаментов, гасящих вибрацию). К примеру, уран применяют для гашения вибрации центрифуг и гироскопов.

В определенных ситуациях требуются устройства, накапливающие и какое-то время сохраняющие механическую энергию, маховики. Для создания таких устройств высокая плотность урана также придется к стати.

Естественно, любое применение урана за пределами собственно ядерной энергетики требует определенных мер предосторожности и защиты. Защиты не очень сложной, так как радиационная опасность урана невелика. Он опасен, только когда попадает внутрь человеческого организма, из-за большой ионизирующей способности альфа-частиц. Вне живого организма альфа-частицы задерживаются даже простым листом бумаги.

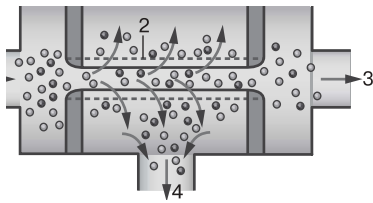


Схема одной ступени обогащения урана изотопом уран-235.
 1 — газобразный гексафторид урана;
 2 — пористая трубка (диффузионный фильтр);
 3 — обедненный уран по изотопу уран-235 (отвал);
 4 — обогащенный уран по изотопу уран-235 (отбор)

увеличивая число ступеней разделительной установки, можно довести остаточное содержание изотопа до очень маленького значения, но это будет очень дорого. Придется искать оптимум. В результате после газодиффузионных установок концентрация U-235 в обедненном продукте составляет 0,2—0,5%. Центрифуги эффективнее, поэтому в них удается снизить концентрацию U-235 в отвале до 0,1%. Таким образом, сегодня накопились ОГФУ двух типов: с содержанием U-235 0,3—0,4% (газовая диффузия) и 0,1% (газовые центрифуги). Что делать с ними дальше?

Для начала оценим масштабы проблемы. Обогащающие уран страны накопили к концу XX века около 1,2 млн. тонн обедненного UF_6 , причем не по весу гексафторида, а по весу заключенного в нем урана. Большая часть (80%) этого внушительного количества было сосредоточено в США (480 тыс. тонн) и в России (около 460 тыс. тонн). Сегодня скорость накопления обедненного урана несколько снизилась, но все же по оценкам специалистов составляет около 57 тыс. тонн в год. И в США, и в России обедненный уран почти весь хранится в виде UF_6 в металлических емкостях на специальных площадках на открытом воздухе, как правило, на территории предприятий, разделяющих изотопы (см. фото).

Опасно ли хранить такие количества UF_6 ? Вспомним, что гексафторид — летучее соединение. Как только он попадает в атмосферу, происходит активная реакция с парами воды. Образуется уранилфторид UO_2F_2 (твердое, нелетучее соединение) и газообразный фтористый во-

дород. Химическая токсичность этих двух продуктов гораздо больше, чем радиационная опасность солей урана. Уранилфторид при вдыхании оседает в легких, кроме того, уран, как все тяжелые металлы, поражает почки. Фтористый водород при большой концентрации вызывает ожог кожи и легких.

Однако у гексафторида урана есть некоторые особенности, которые препятствуют развитию крупных аварий. Так, когда в стальных контейнерах специально делали дырки, заметной утечки UF_6 не происходило. Ведь он находится в контейнере в виде твердого вещества, и его испарение не бывает взрывообразным. Пары гексафторида на месте выхода мгновенно гидролизуются, и твердый нелетучий UO_2F_2 образует пробку, которая не дает летучему продукту испаряться дальше. Поэтому в воздух попадает сравнительно немного гексафторида, быстро превращающегося в мелкодисперсные частицы UO_2F_2 и газобразный HF. Именно поэтому хранить контейнеры с UF_6 на открытом воздухе неопасно. Кроме того, их регулярно осматривают, подкрашивают и, если есть опасность разрушения контейнера, заменяют его. Собственно, эти профилактические меры и некоторые другие приводят к тому, что хранение ОГФУ на открытых площадках обходится около 30 долларов США за 1 т UF_6 в год.

Можно хранить контейнеры и в закрытых помещениях, но это гораздо дороже. Воздух там обычно менее влажный, значит, в случае разгерметизации контейнера гидролиз UF_6 будет идти медленнее — а самого гексафторида попадет в окружающее пространство гораздо больше. Кроме того, в замкнутом объеме даже малые выбросы могут создать опасные концентрации продуктов гидролиза UF_6 . Приходится организовывать хорошую вентиляцию, устанавливать специальные датчики, а это удорожает хранение. Контейнеры с ОГФУ хранят в закрытых помещениях только Япония и Китай.

Сейчас, по прошествии стольких лет, можно уверенно сказать, что крупных аварий от ОГФУ ждать не приходится. Даже когда емкости не осматривают регулярно, а лишь от случая к случаю и не производят специальной обработки поврежденных мест, контейнеры сохраняют герметичность в течение более 50 лет. Причем даже на площадках, расположенных в Сибири, где температура в течение года меняется от +40 до -40°C.

Стратегический резерв?

А надо ли вообще хранить UF_6 ? Природных запасов урана для работы ядерных реакторов хватит еще по крайней мере на 50 лет. Но речь идет о технологической цепочке, которая выведена сегодня: добыча руды, перевод всего добытого урана в особо чистый U_3O_8 , получение UF_6 и его обогащение по U-235 до нужной концентрации. Когда сравнительно богатые по урану руды закончатся, эта цепочка может стать экономически невыгодной. И наоборот, перспективным станет получение обогащенных по U-235 концентратов за счет вторичного обогащения ОГФУ (особенно когда U-235 в них 0,3—0,4%). К тому же очень удобно, что отвальный продукт уже существует в виде гексафторида: не нужны подготовительные операции от руды до UF_6 . Если наступит момент, когда вторичное обогащение действительно станет выгодным (а это весьма вероятно), то совершенно нецелесообразно трогать сегодняшний стратегический запас и перерабатывать его во что-то другое.

Есть еще один аргумент в пользу того, что ОГФУ имеет смысл оставить в том виде, в каком он есть. Сегодня накоплены избыточные количества высокообогащенного урана (ВОУ) для военных целей. Хранить его опасно хотя бы по следующей причине: существует теоретическая возможность, что он попадет в руки безответственных людей (не говоря уж о террористах). Ло-





гично было бы направить этот ВОУ на мирные цели, а точнее, снизить концентрацию U-235 до уровня, необходимого для ядерных энергетических установок. Для этого достаточно получить из ВОУ гексафторид и смешать его с ОГФУ в необходимых пропорциях.

Как резерв ядерной энергетики можно рассматривать также весь U-238, находящийся в ОГФУ (независимо от остаточной концентрации U-235). Дело в том, что U-238 в реакторах на быстрых нейтронах (так называемых бридерах, или размножителях) можно превратить в такое же эффективное ядерное топливо, как и U-235. Цепочка такая: U-238, поглощая нейтрон без деления ядра, превращается в изотоп U-239, который в результате бета-распада, в свою очередь, превращается в нептуний-239. Последний тоже обладает бета-активностью — при его распаде образуется плутоний-239, ядра которого делятся под действием нейтронов аналогично ядрам U-235. Можно вспомнить, что первая ядерная бомба, сброшенная США на японский город Хиросиму, несла заряд, состоящий из U-235, а на Нагасаки была сброшена плутониевая бомба.

Для производства Pu-239 нет необходимости хранить U-238 в виде гексафторида. Удобнее перевести его в UF_4 , U_2O_3 , UO_2 или металл — тогда его можно будет безопасно хранить практически неограниченное время.

Есть мнение, что все же лучше переработать ОГФУ в более удобные для хранения соединения. Из всех соединений урана самое устойчивое — U_3O_8 . Поэтому, несмотря на то что у него меньше плотность, чем у UO_2 , его считают идеальным кандидатом для длительного хранения. Так, во Франции и США уже работают промышленные установки пиролиза (гидролиза при высокой температуре) ОГФУ, на которых получают U_3O_8 и 70% плавиковую кислоту (водный раствор HF). Мощность французской установки — 14 тыс. тонн UF_6 в год.

При хранении урана в виде оксида риск нанесения вреда окружающей природной среде минимален даже при чрезвычайных обстоятельствах. Оксид можно хранить в контейнерах из мягкой стали, причем до тех пор, пока не разрушатся емкости или сам склад. Во Франции с 1984 года уже 140 тыс. тонн урана хранится в виде U_3O_8 . Без ограничения времени можно также хранить UO_3 , UO_2 , UF_4 или металлический уран.

Если гидролиз UF_6 проводить в специальных условиях, то вместо U_3O_8 можно получить UO_2 . Диоксид урана имеет большую плотность — это гораздо удобнее для хранения (например, в ожидании использования U-238 для производства Pu-239) или вечного захоронения (если уран больше не понадобится).

Разработан также безреагентный метод термического разложения ОГФУ. Молекулу UF_6 активируют специальным излучением, после чего получаются UF_4 или металлический уран и элементарный фтор. Сегодня известно довольно много методик, с помощью которых можно получить из ОГФУ металлический уран и HF.

Но есть и другие идеи. Вспомним, что, кроме урана, ОГФУ содержит еще и фтор. Кстати, именно он будет основным поражающим фактором при форс-мажорной ситуации (сильный пожар, падение самолета, метеорита или атака террористов в месте расположения хранилища). При этом элементарный фтор — достаточно дорогой реактив (5 долларов США за 1 кг), а в хранящемся сегодня ОГФУ фтора около 0,6 млн. т. Если учесть, что в конце прошлого века промышленно развитые страны мира суммарно производили около 15–20 тыс. тонн в год элементарного фтора и около 8 тыс. тонн фтороводорода, то легко подсчитать, на сколько лет хватит фтора, заключенного в ОГФУ.

ОГФУ — один из самых чистых продуктов, он практически не содержит никаких примесей. Поэтому его также можно использовать как фторирующий агент для получения особо

чистых веществ, особенно для получения ценных фторорганических соединений. Например, фторсодержащие фреоны, которые, в отличие от хлорсодержащих, не разрушают озоновый слой.

Другой способ использования UF_6 в качестве фторирующего агента — получение летучих фторидов различных элементов: B, Si, Ge, W и других. Этот способ успешно применяют в тех случаях, когда необходимо получить летучий фторид с минимумом примесей (например, для нужд электронной промышленности).

В общем, способов использования и перевода ОГФУ в менее опасные продукты довольно много. Все страны, занимающиеся разделением изотопов урана, стоят перед дилеммой: продолжать хранить обедненный уран в виде UF_6 , перевести его в более надежные для хранения формы или же использовать его компоненты уже сегодня в других областях. Решение вопроса зависит от энергетической доктрины государства, богатства первичных сырьевых ресурсов урана и, конечно, от экономических соображений. Направившись сравнение с замораживанием тел умерших людей до того времени, как медицина сделает существенный шаг вперед. С той разницей, что надежда на полезное использование урана и фтора из ОГФУ (пусть и в отдаленной перспективе) более обоснована, чем надежда на оживление замороженных родственников.

В любом случае у человечества есть многолетний опыт и возможность хранить обедненный уран в виде UF_6 еще не одно десятилетие (при строгом соблюдении всех правил). Время для решения вопроса о правильном выборе пути использования ОГФУ пока есть. Впрочем, оно летит так быстро...



Биотопливо: новая энергетика или модное увлечение?



РЕСУРСЫ

Доктор химических наук,
профессор

В.С.Арутюнов

Биосфера не скатерть-самобранка

Мировая энергетика, почти на 90% зависящая от ископаемых энергоресурсов — нефти, угля и газа, — проявляет явные признаки кризиса из-за быстро растущего энергопотребления развивающихся стран и уже вполне реальной угрозы спада мировой добычи нефти. Отсюда небывалый всплеск интереса во всем мире к альтернативным источникам, в первую очередь возобновляемым, способным обеспечить стабильное производство энергии в течение неопределенно долгого времени.

Однако простые оценки, которые еще тридцать лет назад сделал П.Л.Капица («Успехи физических наук», 1976, т. 118, № 2), показывают, что принципиального решения проблемы «альтернативная энергетика» дать не сможет. Все известные возобновляемые источники энергии, включая энергию ветра, гидроэнергию и энергию, накапливаемую в зеленой массе растений, имеют своим первичным источником солнечное излучение. Плотность потока энергии Солнца на земной поверхности невысока — всего около 1 Вт/м², поэтому получение солнечной энергии в количествах, сопоставимых с потребностями мировой энергетике, требует громадных площадей — в сотни тысяч квадратных километров. Производить в таких масштабах существующие или ожидаемые в обозримом будущем технические средства (солнечные элементы) нереально хотя бы только по ресурсным соображениям.

Более реальная альтернатива — использование природных преобразователей солнечной энергии, то есть зеленых растений. К сожалению, КПД этого преобразования крайне низок, всего порядка 1—2%. Даже у самых высокоурожайных сельскохозяйственных культур, таких, как кукуруза, он достигает лишь 5—7%, а это значительно ниже, чем у искусственных фотопреобразователей (более 20%).

Конечно, суммарный объем биомассы в биосфере огромен — около 800 млрд. т. Но во-первых, ее ежегодно возобновляемая часть составляет только 200 млрд. т. А во-вторых, лишь несколько процентов от этого объема может быть изъято из природного кругооборота без угрозы глобального нарушения процессов в биосфере. Таким образом, энергосодержание той части биомассы, которую в принципе возможно использовать в энергетике, существенно меньше уже достигнутого мирового уровня потребления ископаемых энергоресурсов, составляющего почти 10 млрд. т значительно более калорийного топлива.

По прогнозам уже к 2030 году уровень мирового энергопотребления достигнет почти 0,1% от энергии всей падающей на Землю солнечной радиации. С учетом низкого КПД ее преобразования растениями и неизбежных потерь при последующем преобразовании в промышленные источники энергии для полного удовлетворения потребностей мировой энергетике потребовалось бы перерабатывать в топливо не менее 10% производимой на земной поверхности

биомассы. (Заметим, что из потенциально пригодных для сельскохозяйственного использования 2—4 млрд га на Земле 1,5 млрд уже используются, а из-за постоянной эрозии, засоления почв, урбанизации и т.п. реальная площадь пахотных земель в мире сейчас непрерывно сокращается.) Но, согласно оценкам одного из крупнейших специалистов по проблеме устойчивости природных биосистем В.Г.Горшкова (см.: Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995), человечество не нарушает равновесие биосферы до тех пор, пока поглощает менее 1% первичной (то есть полученной за счет фотосинтеза) продукции биоты. В то же время уже сейчас потребление человечеством чистой первичной продукции биосферы, произведенной на суше, непосредственно в виде пищи, корма для животных и топлива превысило 10% и продолжает увеличиваться.

Таким образом, с учетом реальных потерь даже использование практически всей доступной продукции биосферы не сможет удовлетворить текущие, а тем более ожидаемые энергетические потребности человечества. Попытка реализации такого проекта приведет к гибели естественных экосистем и нарушению равновесия глобальных процессов в биосфере. Низкая плотность потока солнечной радиации и низкий КПД преобразования этой энергии растениями перечеркивают все надежды на то, что «зеленая» энергетика сможет полностью заменить все остальные виды энергетике. Согласно подсчетам, сделанным одним из крупнейших специалистов по моделированию глобальных процессов академиком Н.Н.Моисеевым, при современном уровне энергопотребления развитых стран за счет возобновляемых источников энергии на Земле может существовать не более 500 млн. человек, что в десять раз меньше сегодняшней численности человечества.

Сторонники «зеленой» энергетике иногда указывают на то, что ископаемое топливо — уголь, нефть и частично газ — имеет биологическое происхождение, то есть, строго говоря, тоже является «биотопливом». Но эти ресурсы накапливались биосферой примерно 300 млн. лет, начиная с каменноугольного периода. Сейчас мировая энергетика за один год расходует объем нефти, на образование которого природе понадобился примерно миллион лет. Именно этот «накопленный» ресурс обеспечивает столь интенсивное развитие экономики. Однако отсюда же видно, что время его исчерпания ненамного превысит два-три столетия, из которых полтора уже миновали.

Вызывает большие сомнения и тезис об «экологической чистоте» возобновляемых источников энергии. Те, кто выдвигают этот тезис, забывают, в частности, о производстве и обслуживании огромного парка машин и механизмов, обеспечивающих выращивание, сбор и переработку растительной массы, а также о топливе, которое сжигают эти машины. Значительный рост мирового производства сельскохозяйственных продуктов за прошедшее столетие (только с 1950 года мировое производство зерна возросло в 3 раза) достигнут прежде всего ценой многократного увеличения

потребления энергии в современном сельском хозяйстве. Фактически сельское хозяйство промышленно развитых стран преобразует энергетические калории ископаемого топлива в пищевые калории. И попытка обратить вспять этот процесс, то есть получать моторное топливо за счет сельского хозяйства, процветающего в первую очередь именно за счет интенсивного потребления этого же самого топлива, очень напоминает трехсотлетней давности попытки создания вечного двигателя.

Естественно, упомянутый эффект был вполне прогнозируемым. Несмотря на то что наиболее передовая в области энергетики страна мира — США в течение многих лет прилагает интенсивные усилия для развития «альтернативной энергетики», выделяя на работы в этой области более 40% федеральных затрат на исследования в области энергетики (рис. 1), их вклад в энергобаланс США составляет менее 1% (рис. 2). Стоит сравнить это с почти 40%-ной долей нефти в энергобалансе при всего 2% затрат на исследования в области нефтедобычи и нефтепереработки. По мнению всех серьезных специалистов и аналитиков, несмотря на все предпринимаемые усилия, даже к концу текущего столетия доля возобновляемых источников в мировом энергобалансе вряд ли достигнет даже 10%.

Тем не менее ажиотаж вокруг биотоплива набирает обороты, и в ближайшие годы прогнозируется многократный рост его мирового производства (рис. 3). Поэтому стоит рассмотреть более подробно, что же это такое — биотопливо, и действительно ли оно может спасти мировую энергетику.

Биоэтанол из кукурузы, биодизель из рапса, а пища — из нефти?

Биотопливо — вовсе не новейшее достижение человечества, а, наоборот, древнейший источник энергии. И сейчас, как и десятки тысяч лет назад, почти половина населения земного шара для отопления и приготовления пищи использует дрова. Однако сегодня мы умеем не только рубить дрова, но и производить из растительного сырья этанол (биоэтанол — добавка к автомобильным бензинам), дизельное топливо на базе продуктов растительного или животного происхождения (биодизель) и биогаз, потребляемый главным образом в бытовом секторе.

Ренессансу интереса к биотопливу в значительной степени способствовала «зеленая революция», позволившая к концу прошлого века резко поднять урожайность практически всех сельскохозяйственных культур. Пионером и до недавнего времени мировым лидером в промышленном производстве биотоплива для нужд автотранспорта была Бразилия, производящая из сахарного тростника этиловый спирт, который добавляют к бензину. Сейчас администрация США провозгласила амбициозную цель: довести в национальном бензиновом пуле долю биоэтанола, производимого главным образом из кукурузы, до 12% и заместить

Таблица 1

Удельный выход и стоимость этанола из разного сырья (по: Е.С.Панцхава и В.А.Пожарнов, «Энергия», 2005, № 6).

Сырье	Объем производства, т/га	Стоимость, долл./м ³
Сахарная свекла	2,3–3,0	300–400
Сахарный тростник	3,5–5,0	160
Кукуруза	2,5	250–400
Пшеница	0,5–2,0	380–400
Картофель	1,2–2,7	800–900
Синтетический спирт	—	540
ТБО (твердые бытовые отходы)	20 м ³ /т	—

к 2025 году, в основном за счет использования биотоплива, более 75% нефтяного импорта с Ближнего Востока. Предполагается увеличить производство биоэтанола с 5 млрд. галлонов в 2005 году до 60 млрд. галлонов в год к 2030-му (напомним, что 1 галлон равен 3,79 л).

В Европе основное транспортное биотопливо — биодизель: продукт этерификации метанолом жирных кислот, получаемых гидролизом растительных масел и животных жиров. В 2005 году в мире было произведено 1,7 млн. т биодизеля, причем 1,5 млн. т — в странах ЕС. В качестве основного источника жирных кислот там используют рапсовое масло.

Надо отметить, что биотопливо, получаемое в результате интенсивного сельскохозяйственного производства, на самом деле трудно рассматривать как возобновляемый ресурс. Возделывание высокоурожайных монокультур требует большого расхода ископаемого топлива и минеральных удобрений, а кроме того, из-за постоянной эрозии расходуется, и довольно быстро, такой практически невозполнимый ресурс, как почва. Технические культуры приводят к значительно большей эрозии почвы, чем зерновые или фуражные, и резко увеличивают потребление крайне дефицитной воды на орошение. Исследования, проведенные в штате Огайо, показали, что продолжительное выращивание кукурузы как монокультуры увеличивает скорость эрозии в девять раз по сравнению с последовательным чередованием посевов кукурузы и пшеницы.

Кукуруза — не единственное и далеко не лучшее сырье для производства биоэтанола (табл. 1), мировое производство которого превысило в 2006 году 12 млрд. галлонов. Тем не менее биотопливо в США делают в основном из кукурузы — а всего там производится свыше 5 млрд. галлонов этанола (впрочем, по теплосодержанию это соответствует лишь 2% американского потребления бензина, составляющего около 140 млрд. галлонов/год). Сейчас этанол в качестве оксигенатной добавки, улучшающей экологические и моторные свойства топлива, подмешивают к 40% производимого в США бензина вместо запрещенного МТБЭ (метил-трет-бутилового эфира). В 2007 году в США ожидалось производство свыше 7 млрд. галлонов этанола.

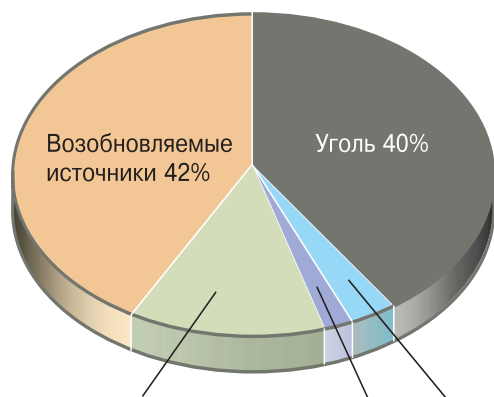
Однако столь амбициозные «биотопливные» программы в последнее время вызывают все больше критических комментариев. В одном из своих выступлений президент Национальной нефтехимической ассоциации США отметил, что биотопливо не может решить энергетических проблем США. Замена только 10% необходимого к 2020 году США бензина этанолом потребует шестой части всех земель, занятых под зерновые. Сейчас половина американского урожая кукурузы идет на корм скоту, 10% используется в пищу населению, как посевное зерно и на технические нужды. Основная часть распределяется между экспортом и произ-

Таблица 2

Урожай основных сельскохозяйственных культур в США (по: Anthrop D.E., «Oil&Gas Journal», 2007, 5 февраля)

Культура	Засаеваемая площадь, млн акров	Урожай, млн	Урожай с акра
Кукуруза	72,25	10494 буш.	145 буш.
Соя	72,57	2855 буш.	39,3 буш.
Пшеница	49,75	2053 буш.	41,3 буш.
Сено	62,37	154,4 т	2,47 т
Хлопок	12,82	20,65 кип	733 фунта
Сорго	6,84	407,1 буш.	59,5 буш.
Ячмень	4,04	249,2 буш.	61,8 буш.
Рис	3,22	21661 фунта	6 721 фунта

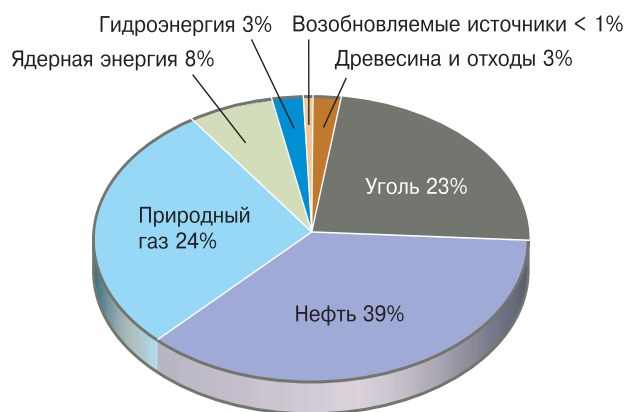
*1 бушель = 35,24 л.



Ядерная энергия 13% Нефть 2% Природный газ 3%

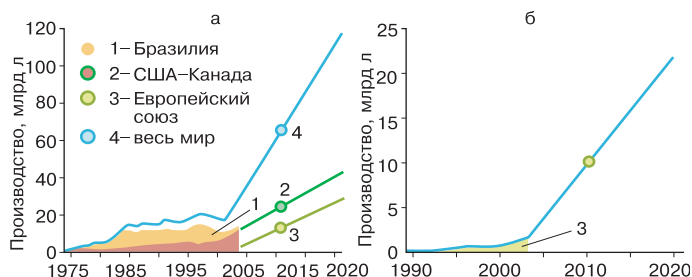
1

Распределение средств в проекте федерального бюджета США (766 млрд. долларов) на исследования в области энергетики в 2005 году



2

Доля различных источников энергии в энергопотреблении США в 2003 году



3

Прогноз мирового производства биотоплива: слева — топливный этанол, справа — биодизель

водством этанола. Уже в 2006 году на производство этанола ушло 19% американского урожая зерна — величина, почти равная объему его ежегодного экспорта.

Всего в США под кукурузой занято 80 млн. акров (или более 32 млн. гектаров). Поскольку каждый миллиард галлонов этанола получается из урожая примерно с 2,5 млн. акров, поставленная администрацией США цель получить к 2012 году 7,5 млрд. галлонов этанола потребует 25% зерновых площадей США. Если же использовать для производства этанола все зерно кукурузы, выращенной в США (табл. 2), это даст 32 млрд. галлонов — чуть больше половины тех 60 млрд., которые предполагается получать к 2030 году.

Еще больше сомнений вызывает энергетический аспект биотопливной программы. Оппоненты задают резонный вопрос: действительно ли энергия, поставляемая в виде биотоплива, превышает энергию, затраченную на их про-

изводство? Дэвид Пиментель, профессор сельскохозяйственных наук из Корнелльского университета в США, рассчитал, что на получение этанола из зерна кукурузы требуется на 29% больше энергии, чем содержится в полученном этаноле. Если же взять в качестве сырья скошенную траву (сено), потребуется уже на 50% больше энергии в виде затраченного ископаемого топлива.

Хотя сторонники биотоплива оспаривают эти оценки, даже по данным явно пристрастных экономистов Министерства сельского хозяйства США прибавка в энергосодержании для этанола — всего 34%, да и то благодаря последним технологическим достижениям. Согласно результатам исследователей из Калифорнийского университета в Беркли, доля возобновляемой энергии, полученной за счет энергии Солнца, составляет в биоэтаноле от 5 до 26%. Остальное покрывается за счет энергии ископаемого топлива. Если принять среднюю величину 16%, то декларируемое к 2015 году 15%-ное добавление биоэтанола к бензину обеспечит в нем долю возобновляемой энергии всего 2,4%. Причем эта, с таким трудом достигнутая прибавка будет съедена всего за три года общим ростом потребления бензина за счет роста населения.

И это еще не все: растущее производство зерна вызовет множество других нежелательных явлений, в частности уже упоминавшиеся усиление эрозии почвы, увеличение потребления азотсодержащих удобрений и расхода воды. Согласно последним данным, кукурузное и рапсовое топливо при сжигании создает на 50–70% больше парниковых газов, чем традиционный бензин и дизельное топливо. А ведь повышение эффективности использования бензина всего лишь на 3% привело бы к экономии большего количества углеродного топлива, чем использование всего этанола, произведенного в 2006 году.

Аналогичная ситуация и с биодизелем. В 2006 году США сожгли 50 млрд. галлонов дизельного топлива, из которых только 25 млн. галлонов, то есть 0,05%, составлял биодизель. Хотя преимущества биодизеля расписываются во множестве научных и популярных статей, почти никто не анализирует потенциал его производства. Единственный реальный источник производства биодизеля в США — тот объем масличных культур, который сейчас идет на экспорт. Эти культуры, прежде всего соя, могут обеспечить годовое производство около 40 млн. баррелей биодизеля, или 0,5% американского потребления нефти. Выращивать больше сои нереально: она растет в тех же штатах, в которых выращивают кукурузу для производства этанола, поэтому сейчас из-за конкуренции с кукурузой ее посевы, наоборот, сокращаются. Даже если бы удалось собрать всю сельхозпродукцию США, которую можно превратить в биодизель, включая сельскохозяйственные отходы, вся энергия, содержащаяся в ней, соответствовала бы всего 7,4% первичного потребления энергии в США. В реальности, конечно, из этой продукции получилось бы еще меньше энергии.

Не менее сомнителен и экономический аспект производства биотоплива. Каждый процент биодизеля, добавленно-

го к обычному дизтопливу, увеличивает стоимость галлона топлива на 1 цент. Затраты на производство этанола из кукурузы в два раза превышают его стоимость (см. статью Е.С.Панцхавы и В.А. Пожарнова, «Энергия», 2005, № 6). Производство биотоплива в США и Европе неубыточно для производителей только за счет предоставления значительных налоговых льгот на каждый галлон использованного биотоплива.

Пища для людей или топливо для машин?

А на горизонте уже серьезный кризис в сфере производства продуктов питания, вызванный производством биотоплива. Когда в 2005 году 14% урожая зерна было использовано для производства этанола, это вызвало резкий скачок цен на зерно. Правительственное информационное агентство США в области энергетики (US Energy Information Administration — EIA) прогнозирует, что ожидаемое увеличение в 12 раз производства биоэтанола и биодизеля за период 2005—2025 годов вызовет повышение цен на зерно до 6,25 долл./бушель. А если бы не ажиотажный спрос на зерно для производства биотоплива, его прогнозируемая цена составляла бы всего 3 долл./бушель. Вот почему нельзя упускать из виду также этическую сторону вопроса. Более двух миллиардов людей в мире испытывают серьезный недостаток продуктов питания. Из-за упомянутого роста спроса и соответствующего роста цен на зерно, в том числе идущего на корм скоту, растут цены и на остальные продукты — свинину, говядину, мясо птицы, молоко и др.

Сторонники более широкого внедрения биотоплива обычно отвечают на это, что в будущем основным его источником станут не пищевые культуры, а всевозможные отходы растительного происхождения. Но во-первых, таких промышленно рентабельных технологий пока нет, и неизвестно, когда они появятся и появятся ли вообще. Во-вторых, удельный выход топлива из них будет заведомо много ниже, а затраты на сбор, транспортировку, переработку и объем образующихся при этом экологически проблемных отходов — много выше, чем при переработке пищевых культур. В итоге добавленная «солнечная энергия» если и будет положительной, то почти микроскопической величины. К тому же на эти ресурсы распространяется упомянутое в начале статьи ограничение на объем растительной массы, которая может быть изъята из природных экосистем без угрозы для их равновесия.

Предполагается, что внедрение биотоплива снизит эмиссию парниковых газов за счет снижения потребления ископаемого топлива. Однако эту же задачу гораздо проще решить с помощью альтернативных стратегий землепользования. Согласно имеющимся данным, посадки леса на эквивалентной площади за 30 лет снизят эмиссию CO₂ гораздо сильнее, чем использование этих же площадей для производства биотоплива (от двух до девяти раз). Кроме того, как только что упоминалось, для производства сколько-нибудь значительного объема биотоплива необходимы огромные площади пахотных земель. Придется расчищать под пашню леса и луга, а это приведет к быстрому окислению накопленного в почве углерода и огромной эмиссии CO₂, которая при всех рассматриваемых сценариях превосходит «предотвращенную» эмиссию. Поэтому вывод однозначен: с точки зрения сокращения эмиссии CO₂ в краткосрочной перспективе (порядка 30 лет) куда полезнее было бы повышение эффективности использования ископаемого топлива, сохранение природных биотопов и их восстановление на пустующих пахотных землях.

Наконец, в качестве средства для сокращения выброса парниковых газов и замещения нефти биотопливо крайне

дорого. Предотвращение эмиссии одной тонны CO₂ за счет использования полученного из зерна этанола оценивается более чем в 500 долларов. Это в два раза больше стоимости 1/3 тонны нефти, при сжигании которой образуется 1 тонна CO₂. И с точки зрения замещения ископаемого топлива — использование биотоплива практически удваивает стоимость энергии и для потребителей, и для налогоплательщиков. Комментаторы отмечают, что, поскольку государственные преференции и субсидии в этой области сейчас поддерживают крайне неэффективные с экологической точки зрения мероприятия, направленные на производство более дорогого и более вредного для окружающей среды топлива, они могут однажды закончиться, и это вызовет коллапс всей отрасли. Общий вывод американских оппонентов широкого внедрения биотоплива: для политиков настало время прекратить притворяться, будто биомасса может внести сколько-нибудь значительный вклад в потребление энергии в США или снижение эмиссии углекислого газа.

Стоит ли Чукотке догонять Айову?

Что же поддерживает мощную кампанию в пользу биотоплива? Для США в первую очередь нужно назвать два очевидных внутри- и внешнеполитических аспекта. Это поддержка (а попросту дотация) своих сельскохозяйственных производителей, представляющих значительную силу в среднеамериканских штатах, и экономический шантаж стран ОПЕК. Угроза была воспринята адресатом достаточно серьезно и уже вызвала ответную реакцию — страны ОПЕК пригрозили резко сократить капиталовложения в нефтяную отрасль «ввиду неопределенных перспектив с поставками нефтепродуктов из-за роста производства биотоплива в США». Но скорее всего, с обеих сторон это не более чем дипломатическая игра: ведущие участники мирового нефтяного бизнеса прекрасно понимают отсутствие в современных условиях реальной альтернативы нефти и другим видам ископаемого топлива.

Недавно наконец-то было выражено полуофициальное сомнение в перспективности биотоплива, причем, что особенно знаменательно, на форуме, посвященном устойчивому развитию. «Биотопливо — не страшнее ли лекарство самой болезни?» — вопрошает заголовок официального документа Круглого стола по проблеме устойчивого развития стран ОЭСР, проведенного в Париже. Авторы отмечают, что правительство США ввело систему щедрых налоговых кредитов, тарифов и мандатов на продажу для расширения рынка этанола и биодизеля. Заявленные цели — расширение источников получения моторного топлива, снижение загрязнения воздуха и эмиссии парниковых газов. Реальная же причина — обогащение производителей зерна, этанола и биодизеля. Но явные политические мотивы, стоящие за политикой США в области биотоплива, пока не отпугнули правительства других стран Европы и Китая от собственных инициатив в этой области. Ведь США не единственная страна, где сельскохозяйственное лобби представляет мощную политическую силу.

В заключение стоит сказать несколько слов о перспективе производства биотоплива в России. США, крупнейший мировой производитель и экспортер сельскохозяйственной продукции, могут позволить себе выделить часть ресурсов для переработки в биотопливо. В России ситуация прямо противоположная. Мы пока не в состоянии полностью обеспечить даже собственные потребности в продовольствии и, видимо, являемся одним из крупнейших мировых импортеров сельскохозяйственной продукции. Поэтому у нас есть множество более прямых и действенных методов для госу-

дарственной поддержки национального сельского хозяйства. Проблему же снижения зависимости России от нефтяного импорта пока, видимо, можно серьезно не рассматривать.

Тем не менее, стремясь во всем следовать за Западом, мы не только повторяем с определенным временным отставанием его увлечения и заблуждения, но и доводим их до абсурда. Впрочем, это естественно, пока мы остаемся «ведомыми» в мировой экономике: хвост состава всегда заносит сильнее головных вагонов. Неудивительно, что увлечение Западом биотопливом, как и нанотехнологиями, может перерасти у нас чуть ли не в «национальную идею». Сорок лет назад мы уже пытались «перегнать США по производству кукурузы». Неужели история действительно нас ничему не учит?

Все сказанное выше никоим образом не отрицает значения предпринимаемых в мире усилий по более широкому внедрению биотоплива. Различные виды биотоплива, как и солнечная энергетика, уже занимают и будут занимать свою нишу в мировой энергетике. Вопросы расширения их ре-

сурсной базы, совершенствования производства и применения, безусловно, имеют большое практическое значение и достойны государственной поддержки. Но при этом необходимо понимать, что их доля в мировой энергетике, скорее всего, никогда не превысит нескольких процентов. А для отечественной энергетике они вообще вряд ли когда-либо будут представлять серьезный интерес. В России, с учетом невысокой эффективности использования ископаемого топлива и низкого уровня развития энергосберегающих технологий (энергозатраты на единицу произведенного ВВП у нас в 3–5 раз выше, чем в западных странах), даже относительно небольшими усилиями по снижению энергозатрат (всего на несколько процентов) можно перекрыть все мыслимые выгоды от производства биотоплива.

В статье использованы материалы, опубликованные в журналах «Science» и «Oil & Gas Journal» (подробнее см. в статье В.С.Арутюнова «Биотопливо: pro et contra», «Российский химический журнал», 2007, т. LI, № 6).



КАЛЬКУЛЯТОР

лопных газах при использовании эфира гораздо выше, чем при использовании солярки. Видимо, для устранения этого недостатка требуется специальный катализатор. Зато в выхлопах нет канцерогенных ароматических соединений, неизбежно присутствующих в нефтепродуктах, что нельзя не считать за плюс. А пролитый на землю эфир, в отличие от солярки, довольно быстро разлагается.

Теперь предположим, что все дизельное топливо для Украины делают из выращенного там же рапса. Что при этом будет с сельским хозяйством?

Обычно этерификация жирных кислот для получения биодизеля происходит при добавлении в масло едкого кали, метилового спирта и нагреве до 50°C. На выходе получают метиловый эфир и глицерин. Эти жидкости сильно различаются по своей вязкости, поэтому для их разделения достаточно просто подождать некоторое время, а потом слить собравшийся наверху эфир. Так работает кустарная установка для получения биодизеля, которую нетрудно собрать в гараже.

Подчеркнем, что последняя фраза — не руководство к действию. К сожалению, эфир будет загрязнен метиловым спиртом и едким кали, поэтому возникает проблема очистки. Сейчас такую очистку проводят с помощью небольших количеств воды, что плохо. Возможно, оптимизация этого процесса станет интересной задачей для химиков, решение которой позволит существенно снизить расходы энергии на добычу биодизеля. Принципиально же процесс дает такие значения производительности: на тонну масла расходуется 150 кг метанола и на выходе получается тонна топлива и примерно центнер глицерина. То есть для изготовления 5 млн. тонн топлива нужно 5 млн. тонн масла, 0,75 млн. тонн метанола, а потом потребуется утилизи-



Дизельная рапсодия

Чтобы до конца понимать ситуацию, разговоры о перспективе биотоплива полезно сопровождать расчетами. Возможно, автор предыдущей статьи прав относительно изготовления биоэтанола из зерновых культур в США. Однако не очевидно, что производство дизельного топлива из рапсового масла будет таким уж невыгодным и разрушительным для сельского хозяйства. В качестве примера для расчета возьмем Украину, благо там и рапс растет неплохо, и статистические данные легко найти в Интернете, и условия выращивания этой культуры примерно одинаковы по всей республике, чего не скажешь о России.

Итак, за год на Украине потребляют 5 млн. тонн дизельного топлива. В те же самые двигатели без особых переделок, только с небольшой регулировкой, можно заливать метиловый эфир жирных кислот: либо чистый, либо в смеси с соляркой. При этом неизбежно возникают проблемы — а как же без них! Во-первых, эфир гораздо сильнее, чем солярка, разъедает всевозможные резиновые прокладки и трубопроводы. Это и понятно — их специально оптимизировали для солярки. Наверное, при необходимости можно сделать стойкие детали и для эфирного топлива. Во-вторых, содержание оксида азота в вых-



КАЛЬКУЛЯТОР



ровать 0,5 млн. тонн глицерина. Нельзя сказать, что процесс совсем закрытый: метанол нужно откуда-то брать и тратить на это энергию. Но с другой стороны, солярку получают при перегонке нефти с последующей очисткой, а эти процессы тоже требуют энергии, тем более что они идут при температурах больших, чем те 50°C, которые требуются для этерификации. Не исключено, что, если подсчитать полные затраты энергии на изготовление метанола плюс этерификацию, с одной стороны, и получение дизтоплива из нефти – с другой, особой разницы в энергозатратах не окажется.

Выход масла составляет 30% от веса семян рапса. Из отходов получается шрот, его вес составляет 60% веса семян. А шрот – это очень ценный корм: он содержит 38–45% белка, который по количеству незаменимых аминокислот не уступает соевому. В результате одна тонна рапсового шрота при изготовлении комбикорма заменяет 7–8 тонн зерна, а зерно, в свою очередь, составляет 70–85% комбикорма. Правда, в шроте нет углеводов, их придется в комбикорм добавлять отдельно. Как бы то ни было, чтобы сделать 5 млн. тонн масла, нужно взять 17 млн. тонн зерен рапса, а на выходе получится еще и 10 млн. тонн шрота, что по количеству белков может заменить 75 млн. тонн зерна. Запомним это и вернемся к рапсу.

Урожайность рапса варьирует сильно. Например, на Кубани озимый рапс дает 10,4–17,8 ц/га, яровой – 6,2–15,3 ц/га. Примерно столько же получается на Украине. В Псковской области урожайность достигает 17–18 ц/га, в Алтайском крае рекорд – 20 ц/га. В Орловской же отдельные хозяйства добиваются и 30 ц/га при уборке озимого рапса. В Западной Европе урожайность держится в районе 22–24 ц/га при рекордных значениях в районе 40 ц/га. Примем для расчета, что средняя урожайность на Украине ныне составляет 12 ц/га. Тогда для сбора 17 млн. тонн рапса нужно 14 млн. га. Это много: площадь пахотных земель на Украине составляет 33 млн. га, из них зерновые занимают 15 млн. га. С другой стороны, общий сбор зерновых с этой пло-

щади при урожайности 30 ц/га должен составить 45 млн. тонн. Это означает, что белка в отходах рапса, оставшихся при изготовлении биотоплива, содержится почти в два раза больше, чем всего белка, собранного в виде зерна, поэтому, если заменить рапсом значительную часть посевов того зерна, что предназначено для корма скота, ничего страшного не случится. Кроме того, если урожайность вырастет, то сократится и площадь – при европейских 22 ц/га это будет уже 7,7 млн. га, а при рекордных 30 – вполне разумные 5,7 млн. га, треть зернового или пятая часть общего пахотного клина. Конечно, для получения рекордов необходимо использовать новейшие достижения, то есть использовать трансгенный рапс, несъедобный для вредителей вроде цветоеда и устойчивый к гербицидам. Либо применять ядохимикаты.

Поскольку рапс – цветковая культура, семена у него получаются в результате опыления. А для того чтобы оно состоялось, выделяется нектар, который с помощью пчел превращается в мед. Один гектар рапса дает 50–90 кг меда. С 14 млн. га будет собрано 0,7–1,3 млн. тонн меда или при содержании сахара в меде 75% – 0,52–0,97 млн. тонн сахара, по большей части глюкозы, поскольку именно она – главный компонент рапсового меда. Много ли это? В 2006 году на Украине с 787 тыс. га собрали 22 млн. тонн сахарной свеклы, что при содержании сахара в ней 13% соответствует 2,98 млн. тонн сахара. То есть рапсовый мед после переработки мог бы дать до четверти всего украинского сахара. Правда, этот мед придется очищать от ядохимикатов.

Для опыления одного гектара рапса требуется одна пчелиная семья. Суммарный вес пчел в семье составляет 3,5–4 кг. За год семья обновляется почти полностью. Поскольку для опыления 14 млн. га потребуется столько же пчелиных семей, вес мертвых пчел составит 56 тыс. тонн в год, а из них можно извлечь 11 тыс. тонн хитозана. Видимо, для осуществления программы получения от рапса не только топлива, но и меда с сопутствующими ценными продуктами необходим пере-

ход к промышленному пчеловодству с использованием коробуль, о которых мы рассказывали два года назад (см. «Химию и жизнь», 2006, № 6).

Из этого расчета следует, что переход на биотопливо действительно связан с существенными изменениями в структуре сельского хозяйства. Однако они не будут фатальными: при умелом хозяйствовании, повышении урожайности рапса и его медоносности (а селекцией в этом направлении никто никогда не занимался, значит, здесь должны быть немалые резервы) можно добиться, чтобы посевы рапса не стали конкурировать с продовольственными растениями. При этом возникают новые отрасли – извлечение белка из шрота и изготовление из него диетических продуктов питания, получение и переработка меда, производство хитозана. Кроме того, импульс развития получит животноводство, поскольку рапсовый шрот улучшит кормовую базу. Кстати, последнее обстоятельство позволяет надеяться на замыкание цикла производства биодизеля: помет животных может стать источником сырья и энергии для производства метанола.

В то же время за год на Украине потребляют 4,5 млн. тонн бензина. Очевидно, что если поставить задачу и его делать из растений, то посевы пшеницы в самом благоприятном случае сократятся на две трети. А без отказа от бензина попытки заменить солярку биодизелем выглядят довольно странно, ведь она неизбежно получается при переработке нефти в качестве, в некотором смысле, побочного продукта. Поэтому, вырастив много рапса и сократив потребление солярки, можно получить ситуацию, когда солярка подешевеет и все мероприятие по переходу на возобновляемое топливо станет не самым экономически привлекательным.

Что касается России, то, учитывая огромное разнообразие ее природы и необъятность просторов, сделать расчет гораздо труднее. Хочется верить, что этим займутся специалисты.

Ф. Манилов

СОРБОМЕТР™

АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИСПЕРСНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Характеристики

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

Прибор СОРБОМЕТР обеспечивает

- Измерение удельной поверхности однотоочечным 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

Поспешай медленно

Как долго может длиться опыт?

Это зависит от его цели и возможностей экспериментатора. Бывало и так, что опыт прекращался, когда кончалось терпение, – такие примеры науке известны.

О длительных экспериментах мы писали почти двадцать лет назад (см. «Химию и жизнь», 1989, № 4). Цитировалась «Книга рекордов Гиннеса» и говорилось, что самый длительный эксперимент – непрерывно звонящий электрический звонок в Оксфорде, не имеющий внешних источников энергии (см. «Химию и жизнь», 2007, № 6).

Какой эксперимент можно считать самым длительным сегодня?

Опыты Лавуазье

Наиболее известный из длительных опытов – двенадцатидневный опыт Антуана Лорана Лавуазье. Он нагревал ртуть в запаянной реторте, где она соединялась с кислородом. Лавуазье установил, что масса сосуда в результате опыта не изменилась. Почему опыт продолжался долго? Ртуть – малоактивный металл и при обычной температуре на воздухе не окисляется. Для проведения реакции $2\text{Hg} + \text{O}_2 = 2\text{HgO}$ необходимо нагревание при температуре, близкой к температуре кипения ртути, – 357°C. Почему Лавуазье не нагрел реторту сильнее, чтобы ускорить реакцию кислорода с парами ртути? Потому, что при температурах выше 400°C оксид ртути снова разлагается на металлическую ртуть и кислород. Вот и пришлось непрерывно прокалывать реторту в течение многих суток, пока содержащаяся в ней ртуть не превратилась полностью в оксид.

Этот опыт вошел во все учебники, в том числе и школьные. Менее известно, что за несколько лет до опыта со ртутью Лавуазье провел более длительный эксперимент, тоже связанный с нагреванием в запаянном



сосуде. Только нагревалась не ртуть, а дистиллированная вода и больше трех месяцев. Многие ученые в то время полагали, что вода при нагревании может самопроизвольно превращаться в твердое вещество. Когда «чистую» воду упаривали досуха, всегда обнаруживали некоторое количество сухого остатка, который называли «землей» (отсюда появились термины «редкие земли» и «щелочноземельные элементы»).

Это положение решил в 1770 году проверить Лавуазье. В те времена получить чистую воду без растворенных солей можно было единственным способом – перегонкой. Лавуазье взял наиболее чистую природную воду – дождевую, перегнал ее последовательно восемь раз, налил в предварительно взвешенный стеклянный сосуд, который герметично закупорил, и снова взвесил. После этого он нагревал сосуд с водой почти до кипения в течение 100 дней. После прекращения опыта оказалось, что в воде действительно появилась «земля»! Однако повторное точное

взвешивание сухого сосуда показало, что его масса уменьшилась, причем ровно на столько, сколько образовалось «земли». Таким образом, «земля» выщелачивалась из стекла – при повышении температуры этот процесс идет быстрее. Но и при комнатной температуре достаточно растереть в ступке в тонкий порошок кусочек стекла под водой, как в присутствии фенолфталеина появится розовый цвет: продукты реакции стекла с водой дают щелочную окраску.

С действием воды на стекло приходится считаться при проведении некоторых точных измерений. Например, давно было известно, что чем чище вода, тем хуже она проводит электрический ток. Немецкий физик Фридрих Кольрауш в XIX веке решил определить, какова же будет электропроводность совершенно чистой воды без растворенных солей, газов и других примесей. Чтобы получить очень чистую воду, Кольрауш десятки раз перегонял дистиллированную воду из металлических сосудов, ис-



ключая при этом попадание в нее газов из воздуха.

Опыты более длительные, чем проведенные Лавуазье, химики проводят нечасто. Так, в 1958 году была опубликована работа, в которой следили за уменьшением концентрации свободных радикалов в полиэтилене и некоторых других полимерах. В растворе эти радикалы исчезают за доли секунды, но в твердых полимерах живут очень долго, так как не могут встретиться друг с другом и рекомбинировать. Реакция с кислородом, который с трудом проникает в полимер из воздуха, тоже идет медленно. Ученым пришлось следить за концентрацией свободных радикалов (с помощью метода электронного парамагнитного резонанса) в течение почти полугода.

Опыт Ван Гельмонта

Один из самых длительных в истории опытов поставил более 300 лет назад крупнейший голландский ученый своего времени, врач и алхимик

Ян Баптист Ван Гельмонт. Он сделал много открытий в химии, исследовал углекислый газ и описал его появление в процессах горения и брожения, да и само слово «газ» ввел в употребление. Кроме того, он утверждал, что лично наблюдал самопроизвольное зарождение мышей в горшке с различными отбросами и другие столь же удивительные вещи.

В начале 30-х годов XVII века ученый решил проверить, откуда растения получают питательные вещества – из воды или из почвы. Он взял 200 фунтов (около 80 кг) сухой земли, насыпал ее в большой горшок, посадил в землю ветку ивы и принялся усердно поливать ее дождевой водой. Ветка пустила корни и начала расти, постепенно превращаясь в деревце. Этот интересный опыт продолжался ровно пять лет. Оказалось, что за это время растение прибавило в массе 164 фунта 3 унции (около 66 кг), тогда как земля «похудела» всего на 3 унции, то есть меньше чем на 100 г. Вывод – растения берут питательные вещества только из воды. Теперь мы знаем, что масса растения увеличивается также за счет углекислого газа – того самого, который он же и открыл и назвал его «лесным воздухом». Но не потому, что его много в лесах, а потому, что он образуется при горении древесного угля.

Опыт Томаса Парнелла

В популярных статьях и даже в некоторых учебниках говорится, что стекло – это жидкость, только переохлажденная и потому очень вязкая. В таком случае стекло должно медленно течь, особенно под нагрузкой – примерно как кусок твердого с виду

вара. Так ли это? Вопрос о текучести стекла неоднократно обсуждался в нашем журнале, начиная с описания двух экспериментов, поставленных в 20-х годах прошлого века (см. «Химию и жизнь», 1984, № 2).

С текучестью твердых веществ связан и один из самых длительных в истории экспериментов, начатый более 80 лет назад Томасом Парнеллом, профессором физики в университете австралийского штата Квинсленд (город Брисбен). Древесный или каменноугольный пек (вар) при комнатной температуре – твердое вещество. Если по нему стукнуть молотком, он разлетится на куски – как это видно на фотографии. Но если его оставить на длительное время, то через несколько месяцев (или лет – в зависимости от температуры) он превратится в плоскую



лепешку. Процесс ускорится, если на кусок вара положить кирпич. Зависимость от температуры вязкости подобных смолообразных веществ была измерена еще в 1914 году итальянским физиком Альфредо Покеттино. Для образца, с которым он работал, вязкость составила примерно 10^9 Па·с при 10°C , а при 30°C она снизилась более чем в тысячу раз.

В 1927 году Т.Парнелл налил в стеклянную воронку с запаянным кончиком разогретый кусок вара и оставил его там на три года. За это время смола равномерно заполнила нижнюю часть воронки, включая носик. В 1930 году Парнелл вскрыл кончик воронки, и эксперимент начался.





ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Через 8 лет, в декабре 1938 года, из воронки в стоящий под ней стаканчик упала первая капля. Примерно столько же времени пришлось ждать падения второй капли – это произошло в феврале 1947 года. В сентябре 1948 года Парнелл скончался, а вар продолжал течь. Третья капля упала быстрее – в апреле 1954 года. Четвертая – опять через 8 лет – в мае 1962 года. Пятая – в августе 1970 года, шестая – в апреле 1979-го, седьмая – в июле 1988-го... На фотографии, сделанной вскоре после падения 6-й капли, видно, что должно пройти еще много времени, прежде чем упавшая «капля» равномерно растечется по поверхности смолы в стакане.

Впоследствии воронку со штативом поместили под стеклянный колпак. Удивительно, что никто не видел, как капля падает, – это всегда происходит неожиданно, нередко ночью. Пытались установить в помещении веб-камеру, но, когда в конце ноября 2000 года падала восьмая капля, камера именно в нужный момент отказалась! Более длительное время, потребовавшееся для падения последней капли (свыше 12 лет), объясняется тем, что в лекционной аудитории, в фойе которой расположена воронка, был установлен большой кондиционер (в Австралии жарко: Брисбен находится на широте, соответствующей Кувейту в Северном полушарии). Понижение температуры заметно увеличило вязкость смолы. Здесь показана фотография вытекающей (но еще далеко не падающей) капли.

Поставленный Парнеллом эксперимент позволил оценить вязкость используемой смолы, и результаты были опубликованы в 1984 году в «Европейском физическом журнале». Трудности при расчетах были связаны с тем, что вязкость сильно зависит от температуры, которая изменяется от месяца к месяцу. Так, самой холодной июльской зимой среднесуточная температура в данном регионе опускалась до 9°C, тогда как жарким январским летом она повышалась до 30°C. Конеч-

Маленький комментарий

Постановку длительных экспериментов можно рассматривать как часть не существующего пока раздела химии: химии медленных процессов. Три вопроса: действительно ли такой раздел не существует, почему так обстоят дела и нужен ли он?

По первому вопросу обратимся к поисковой системе Google. Запрос «химия быстрых реакций» дает 2100 ссылок, «химия медленных реакций» – ни одной. Запрос «химия высоких давлений» дает 220 ссылок, «химия низких давлений» – одну. Отчасти дело уравнивается температурами: запрос «химия высоких температур» дает 500 ссылок, запрос «химия низких температур» – 650. Но все равно ситуация очевидна.

Почему так обстоят дела, догадаться можно. Первое – мы хотим увидеть результат сегодня к ужину, в крайнем случае – при нашей жизни. Грешить исключительно на «личные творческие планы» советских времен и необходимость «открыть элементарную частицу во втором квартале» не надо, ибо все социальное и государственное связано с личным – тем, что есть в тебе и во мне. Вторая причина – традиционное для русской культуры представление об ограниченности ресурсов и, как следствие, необходимость обогнать соперника – в добыче или в драке.

А нужна «химия медленных процессов» всем, кто занимается надежностью и большими сроками службы. Ведь до сих пор нет надежной методики прогнозирования срока службы, а когда речь идет о сотнях тысяч часов, без прогноза обойтись нельзя. Причем это принципиально иная, нежели в остальной технике, постановка вопроса. Потому что испытать на полный срок службы такое изделие нельзя – за время испытаний сменятся запросы заказчика и вообще техника уйдет вперед. Потребность в сотнях тысяч часов срока службы в технике возникла со времен трансатлантических кабелей с встроенными в них ламповыми усилителями. А потом были спутники связи с лампами бегущей волны и опять же сроком службы в сотни тысяч часов.

Ну и по мелочи: реставраторы, которые хотят понимать, что происходит с предметом материальной культуры, пролежавшим в земле десять веков, или картиной, повисевшей на стене хоть и меньше, но не намного. Тут и строители, которые не прочь знать, что их изделие простоят века, и виноделы. И до кучи – космический зонд «Пионер», который донесет наши мысли до звезд, когда нас всех давно не будет.

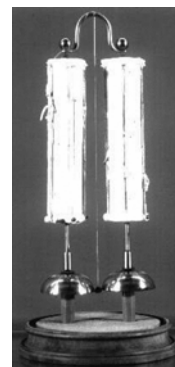
А что касается вечного двигателя, то расчет (вы можете проделать его сами) показывает, что его срок службы составляет тысячи лет. «Пионеру» лететь до звезд все равно дольше.

Л.Хатуль

но, внутри помещения колебания температуры были не такими большими. В среднем оценка вязкости дала значение $2,3 \cdot 10^8$ Па·с.

Хотя за ходом этого эксперимента можно наблюдать в Интернете по адресу <http://www.physics.uq.edu.au/pitchdrop/pitchdrop.shtml>, вряд ли у кого-нибудь хватит терпения, чтобы увидеть самый захватывающий момент эксперимента – падение (вернее, отваливание от носика) очередной капли. Хотя желающие могут наблюдать процесс с помощью веб-камеры, которая дает изображение на том же сайте.

Самый длительный эксперимент был описан в «Химии и жизни», в № 6 за 2007 год. Это электрический звонок, хранящийся в музее физических приборов Кларендонской физической лаборатории в английском университетском городе Оксфорде. Этот звонок, без всякой подзарядки или смены батареи, работает свы-



ше полутора веков! Так что в буквальном смысле слова он действительно «вечный».

Подробное описание приведено в указанном номере журнала, а суть дела в том, что маятник переносит заряд с одной пластины на другую. Средний ток равен

отношению переносимого заряда к полупериоду маятника, а заряд этот мал, потому что мала емкость шарика. Частота колебаний составляет около 2 Гц, так что за время своего существования прибор позвонил более 11 миллиардов раз.

И.А.Леенсон

АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ БЕЛКОВЫХ СМЕСЕЙ С ВЫСОКИМ РАЗРЕШЕНИЕМ



ProteomeLab™ PF2D

- **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ДВУМЕРНОЕ ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ**
- **ВОЗМОЖНОСТЬ СБОРА ЖИДКИХ ФРАКЦИЙ**
- **ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАГРУЗКИ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА ОБРАЗЦА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ**
- **УЛУЧШЕННАЯ ДЕТЕКЦИЯ МАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ БЕЛКОВ**
- **БЕЛКИ С НИЗКИМ МОЛЕКУЛЯРНЫМ ВЕСОМ**
- **ИЗОЛИРОВАННАЯ ЛИНИЯ ПОТОКА, УМЕНЬШАЮЩАЯ ВЕРОЯТНОСТЬ КОНТАМИНАЦИИ**
- **ВОЗМОЖНОСТИ ЗАГРУЗКИ ДО 5 мг ОБРАЗЦА**
- **ОДНОВРЕМЕННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ БЕЛКОВ РАЗЛИЧНОГО pH**

**Представительство
Beckman Coulter Int.S.A.
в России**

123056, Москва, ул. Ю.Фучика, д.6, стр. 2, эт.6
тел.(495) 937-16-63, 937-16-64
e-mail: beckman.ru@beckmancoulter.com





Золото

Кандидат химических наук

М.П.Лябин,

кандидат химических наук

С.Ф.Строкатова

*Купола в России кроют чистым золотом,
Чтобы чаще Господь замечал.*

В.Высоцкий

История и мифы

Золото — древнейший металл, известный человеку, а его история — одна из самых интригующих глав развития мировой цивилизации.

Первыми, кто обратил внимание на россыпи этого металла, были скотоводы, перегонявшие стада по руслам высохших рек и ручьев. Золотые изделия, относящиеся к V – IV тыс. до н. э., свидетельствуют о том, что золото — первый драгоценный металл, который человек стал использовать для изготовления украшений и предметов быта. В Древнем мире больше всего золота было в Египте. Во времена Раннего царства его добывали в Восточной пустыне, а во времена Среднего царства — в Нубии.



Как деньги золото начали использовать за 1500 лет до н. э. в Египте, Индии, Китае и государствах Месопотамии, а с VII в. до н. э. и в Древней Греции. В написанной около 2400 лет назад Геродотом «Истории» упоминается о чеканных монетах, родина которых Лидия. На первой такой монете — статере из электрума (природного сплава золота с 20–40% серебра) был изображен символ лидийского бога Бассарея (одно из имен Диониса) и бегущая лисица.

Начиная с III в. до н. э. и до конца Средневековья бурно развивалась алхимия (от арабского слова al-kimiya). Главной целью этой древней науки было получение золота. По мнению арабского алхимика Джабира Ибн-Хайяна (известного в Европе под именем Гебер), золото, как и другие металлы, образуется из «созревающей» в недрах земли смеси ртути и серы, при участии особого порошка, ускоряющего процесс. В Греции этот порошок называли херіон (сухой), арабы называли его al-iksir, а в Европе сначала эликсир, а позже — философский камень. Искренне веря в то, что с его помощью можно получить драгоценный металл, многие поколения алхимиков старались найти секрет его производства. В мрачных подземельях каменных замков в свете пламени печей они нагревали, кипятили, перегоняли. Наверное, единственным алхимиком, кто не верил в такое превращение, был знаменитый врач из Бухары Ибн Сина, известный под именем Авиценна (его книги служили руководством европейским врачам в течение многих веков).

С тех смутных времен сохранилось много слухов и легенд. По одной такой легенде испанский врач-алхимик Раймунд Луллий якобы делал золото для английского короля Эдуарда II. По другой — французский маршал Жиль де Лаваль барон де Рету (известный в истории под именем Синья Борода) использовал для изготовления золота кровь убитых невинных девушек, за что был предан в руки инквизиции и сожжен на костре. Только в XVIII столетии открытия в химии поставили точку в безуспешных попытках получить золото, а алхимия превратилась в новую науку — химию.

Однако, как ни странно, безуспешные попытки искусственного получения золота продолжались даже в XX веке, что можно проследить по опубликованным патентам. Так, в 1911 году некая Мария Ру получила патент на «процесс трансмутации металлов» от английского и французского патентных бюро. Мадам Ру предлагала получать серебро и золото из кремниевой кислоты и оксида железа (ржавчины), восстановленного до металлического железа при высоких температурах.

В 1930 году английское патентное бюро выдало патент итальянцу Вольпато, утверждавшему, что золото и серебро можно получить из железных и стальных опилок. Он считал, что при действии на железо сильного магнитного поля скорость вращения электронов возрастает настолько сильно, что они уже «не знают», принадлежат ли они атомам железа или золота.

Очень странный патент выдали в 1934 году испанцу Перезу, который в очередной раз открыл «распад атома ртути». Он химически обработал ртуть и «в качестве продукта

разложения» получил золото. Философским камнем оказался... обычный едкий калий (KOH). (Много таких историй с «новой алхимией» можно найти в книге К.Гофмана «Можно ли сделать золото?».)

Золотые прииски

Самые большие запасы золота находятся в океанах (около 10 млрд. тонн), но извлекать его оттуда совершенно нерентабельно.

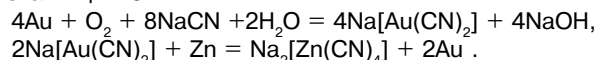
На суше золото встречается в основном в виде россыпи (золотоносный песок — это продукт разрушения коренных месторождений). Большие самородки — редкость, поэтому самый древний способ добычи редкого металла — это промывание золотоносных песков. Золото почти в 20 раз тяжелее воды и примерно в 8 раз тяжелее песка, поэтому крупинки золота можно струей воды отделить от песка или от измельченной пустой породы. Так, на Кавказе золото добывали, погружая шкуру барана в воды золотоносной реки. Тяжелые частицы задерживались в шерсти — отсюда «золотое руно». Сначала золото добывали только из россыпей, вычерпывая песок со дна рек и озер и обогащая его на драгах — огромных сооружениях размером с многоэтажный дом, перерабатывающих миллионы тонн золотоносной породы в год.

К началу XX века богатых золотых россыпей почти не осталось, сегодня их не больше 15% от общего количества. Остальное золото добывают в основном из сульфидных руд, которые залегают глубоко под землей. Месторождение экономически выгодно разрабатывать, если в тонне руды содержится хотя бы 2–3 г золота, а при содержании более 10 г/т оно считается богатым. Интересно, что затраты на поиск и разведку новых золотых месторождений составляют от 50 до 80% всех затрат на геолого-разведочные работы. Чтобы сделать добычу более рентабельной, руду добывают открытым способом, и в результате получают огромные карьеры.

Помимо глубины залегания есть еще одна проблема — чтобы добыть золотишки из руды, нужно разрушить весь минерал. Как это можно сделать?

Иногда для переработки небольших количеств используют метод амальгамирования (иногда — потому что ртуть очень токсична). Золото смачивается ртутью, образуя амальгаму. При нагревании амальгама разлагается, ртуть удаляется в виде пара, а золото остается. Так можно извлекать только 50–70% крупного золота, не покрытого пленками.

Основной метод извлечения золота из руд — с помощью растворов цианидов — разработан в 1843 году русским инженером П.Р.Багратионом. Так можно выделить драгоценный металл даже из самых бедных руд. Для извлечения золота через слои мелко раздробленного рудного концентрата пропускают растворы солей синильной кислоты (выщелачивают золото), после чего осаждают благородный металл цинком:



Цианирование ведут в щелочной среде (pH = 10–11), чтобы уменьшить возможность образования летучей синильной кислоты HCN (сильный яд). Эффективность этого метода самая большая — более 99%. Но, как нетрудно догадаться, он очень неэкологичен.

Сегодня самой передовой технологией извлечения золота считают биовыщелачивание. Его суть — обработка руды специальными бактериями, разлагающими руду, которая не поддается обработке другим способом. Ученые открыли эти бактерии в 70-х годах XX века и сегодня уже вывели штаммы, более активные на определенных рудах (золотых, ни-

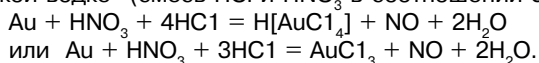
келевых, медных). Бактерии «съедают» в кристаллической решетке всю содержащуюся в ней серу и превращают сульфиды в оксиды — за десять часов они делают то, на что в природе ушли бы миллионы лет. Бактерии могут жить в агрессивной химической среде при высокой температуре.

Первыми новую технологию применили в Австралии — там в 1994 году была построена установка VASOX фирмы «VasTech», которая позволила фабрике производительностью около 2 тонн в год повысить извлечение золота из огнеупорной руды с 40% до 90%. У нас в России эту эффективную технологию внедрили в 2001 году, впервые приспособив ее к условиям Крайнего Севера.

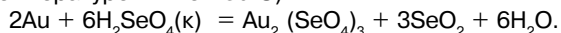
Немного химии

О свойствах золота можно прочитать в любом учебнике, вряд ли о них стоит рассказывать подробно (см. также «Химию и жизнь» 1978, № 9; 2003, № 7; 2004, № 6). Оно относится к группе благородных металлов, имеет гранцентрированную кубическую решетку и температуру плавления 1063°C. Золото отличается исключительной ковкостью и тягучестью — из него можно получить фольгу толщиной 0,0001 мм или вытянуть проволоку диаметром 0,001 мм.

Несмотря на то что золото в Периодической системе Д.И. Менделеева находится в одной группе с серебром и медью, его химические свойства гораздо ближе к металлам платиновой группы. Химически оно малоактивно — не взаимодействует с кислородом, водородом, азотом и углеродом даже при высоких температурах. На золото не действуют разбавленные и концентрированные кислоты: соляная HCl, азотная HNO₃, серная H₂SO₄ и щелочи. Оно растворяется в «царской водке» (смесь HCl и HNO₃ в соотношении 3:1):



А также в концентрированной селеновой кислоте (при температуре выше 130°C):



Растворяется оно и в водных растворах цианидных солей NaCN, KCN, Ca(CN)₂, на чем, собственно, основан его способ получения. Надо сказать, что в присутствии сильных окислителей (нитратов, перманганатов, хромовой кислоты, иодатов, периодатов, оксида марганца (IV)) золото может становиться гораздо более активным. Соединения золота легко восстанавливаются до металла, причем восстановителями могут быть водород и многие металлы, стоящие в ряду стандартных электродных потенциалов до золота.

Человек научился добывать золото уже 6—7 тысяч лет назад. Богатые залежи желтого металла были обнаружены в XVI веке в Мексике, Чили, Перу, Бразилии, в XIX веке — в США, Австралии, Южной Африке. В России добыча золота началась после того как в 1724 году крестьянин Ерофей Марков на берегу реки Березовой (в районе Екатеринбурга) обнаружил рудник, который с тех пор считают колыбелью российской золотой промышленности. Постоянно рудник начал работать с 1748 года, и к концу XVII века добыча золота на Урале уже превышала 16 пудов (262 кг) в год. С 1821 по 1850 год в России было добыто золота почти в четыре раза больше, чем во всех остальных странах мира, а места добычи простирались от Киргизской степи до Верхнеудинского и Баргузинского округов Забайкальской области.

Летом 1848 года практически одновременно двумя поисковыми партиями (статского советника Репинского и купца Трапезникова) нашли золото на территории Ленского округа, и зимой 1863 года на реке Витим (приток Лены) был основан город золотопромышленников Бодайбо. Именно сюда переместился центр золотого промысла России. Однако условия работы на ленских золотых приисках оказались невыносимо тяжелыми — золото лежало на глубине 30—60 метров в водоносных песках, рабочий день длился до 16 часов. Не разгибая спины с утра до вечера, терзаемые комарами и мошкаркой, старатели промывали на лотках тонны песка. Неудивительно, что нередко возникали забастовки — наиболее значительная случилась в 1912 году и вошла в историю под названием Ленский расстрел.

Известны соединения золота, отвечающие степеням окисления +1 и +3 (они самые устойчивые), но в последнее время появились сведения о соединениях золота со степенью окисления +5.

Полезные золотые вещи

Из золота тысячелетиями делают ювелирные украшения. Обычно используют его сплав с другими металлами — механически более прочными и стойкими. Сегодня это сплав Au—Ag—Cu, в который также добавляют никель, кобальт, палладий и другие металлы. Стойкость к коррозии у таких сплавов зависит в основном от содержания в них золота, а цветовые оттенки и механические свойства — от количества серебра и меди. То, сколько в ювелирном изделии золота, показывает его проба (для серебряных или платиновых изделий также есть проба). В нашей стране, как и в большинстве стран, установлена метрическая система проб, в которой содержание золота обозначается числом частей по массе в 1000 частях сплава.

До 1927 года в России существовала золотниковая система обозначения проб, по которой содержание золота выражалось числом золотников в одном фунте сплава (1 фунт = 96 золотников). По этой системе чистому золоту соответствовала проба 96, но существовали еще 56-я, 72-я, 92-я пробы. В ряде стран (США, Великобритания, Швейцария) принята каратная система, по которой чистое золото (проба 1000) соответствует 24 условным единицам — каратам.

Метрическая	1000	958	875	750	583	375
Золотниковая	96	92	84	72	56	36
Каратная	24	23	21	18	14	9

В России большая часть ювелирных изделий имеет пробы 750, 583 и 375. За рубежом широко используют 18- и 14-каратные сплавы, а также 10- и 12-каратные — для покрытия благородных металлов.

Немало золота идет на чеканку монет и медалей, декоративные покрытия и протезирование зубов (золотые зубы делали уже в Древнем Египте). В течение более 70 лет стандартная процедура для лечения ревматического артрита предполагала регулярную инъекцию жидкости, включающей золото, которая оказывала противовоспалительный эффект. Доктора все еще не знают почему. Сейчас золотые нити применяют в косметической хирургии для омоложения.

Международный стандарт для изготовления золотых и серебряных монет — 900-я проба. В стекольной промыш-

За годы Советской власти были открыты и введены в эксплуатацию много месторождений, но все же 95% их находятся на северных территориях, то есть там, где длинная и суровая зима и проблемы с транспортом. Поэтому удельные затраты на получение золота в России примерно в полтора-два раза выше, чем затраты на переработку аналогичных руд в других странах.

Интересно, что почва в районах месторождений золота содержит много благородных металлов, поскольку зоны окисления рудных тел расположены близко к поверхности. Поэтому леса, растущие в этих местах, выполняют роль старателей. За многие годы они вытягивают из почвы растворимые соли, а потом в трухе гнилых пней можно найти самородки золота, соли серебра и платины (см. «Химию и жизнь», 2007, № 10).

ленности золото используют с конца XVII века. Золотую фольгу, а позднее — покрытие золотом с помощью гальванического элемента, широко применяли для золочения куполов церквей.

Только последние 40–45 лет золото используют в технике, эксплуатируя его уникальные свойства. Оно обладает самой высокой стойкостью к воздействию агрессивных сред, по электро- и теплопроводности уступает лишь серебру и меди. Оно почти на 100% отражает инфракрасные лучи, а в сплавах обладает каталитическими свойствами. Золото очень технологично, из него легко делать сверхтонкую фольгу и микронную проволоку, легко наносить на металлы и керамику, оно хорошо паяется и сваривается под давлением. Благодаря такой совокупности полезных свойств золото используют в важнейших современных отраслях техники: электронике, связи, космической и авиационной технике, химии.

Золотой фольгой был обернут «Аполло» при высадке на Луну, чтобы защитить астронавтов от радиации. Щитки шлемов астронавтов и сегодня покрыты тонким золотым слоем для защиты глаз от яркого света. Однако на чисто промышленные цели этого драгоценного металла идет всего 10–15%. Электроника и связанные с ней отрасли машиностроения — основные потребители золота в технике.

В микроэлектронике широко применяют пасты на основе золота с различным электропроводимостью. Золотые припои используют для пайки вакуумноплотных швов деталей электронных ламп, а также узлов в аэрокосмической промышленности. В измерительной технике золото в составе терморезисторов используют для измерения высоких температур, а в химической промышленности — для покрытия стальных труб, предназначенных для транспортировки агрессивных веществ. С помощью радиоактивных изотопов золота изучают диффузионные процессы в металлах и сплавах. Золото используют для металлизации некоторых оконных стекол, так как его тонкая (0,13 мкм) пленка отражает инфракрасное излучение и в помещении становится значительно прохладнее. Золотые сплавы применяют в производстве часовых корпусов, перьев для авторучек.

Часто можно услышать о так называемом сусальном золоте. В России его делали мастера-сусальщики и небольшие фабрики. Наиболее крупным центром производства сусального золота и серебра издавна было Пошехонье в Ярославской губернии. Сохранилось даже «Изложение» производителей-экспонентов на Московской художественно-промышленной выставке (1882) братьев Князевых, в

Что еще почитать о золоте:

С.И. Венецкий Рассказы о металлах. 3-е изд. М.: Металлургия, 1978.

Металлургия золота и серебра: Учеб. пособ. для вузов/ **Стрижко Л.С.** М.: МИСИС, 2001.

Максимов М.М. Очерк о золоте. М.: Недра. 1977.



ЭЛЕМЕНТ №...

котором подробно описана технология изготовления сусального золота и серебра.

Упрощенно этот процесс выглядит так: берут кусок золота, расплющивают на наковальне молотком или вальцуют — получается тонкая лента, из которой нарезают пластинки. Эти пластинки расковывают в тончайшую пленку в несколько десятков раз тоньше человеческого волоса. Чтобы она не приставала к молотку и не рвалась на части, золотую пленку кладут между двумя слоями так называемой «снасти» — раньше на Руси ее делали из плевы, содранной с говяжьей печени. По этой снасти и бьют молотком, пока золото не обретет надлежащую тонкость. Эти тончайшие золотые пластинки вкладываются в специальные книжки, между листами очень тонкой бумаги — в таком виде они попадают к мастерам-позолотчикам. Пластинки различной толщины используют для золочения рам, киотов, куполов, скульптуры и других предметов. Например, фонтан «Самсон» в Петергофе покрыт сусальным золотом.

Сейчас в России сусальное золото производит Московский завод цветных сплавов, кроме того, используется импортное — немецкое, итальянское. Позолотчики, однако, в один голос утверждают, что российское лучше.

С сусальным разобрались, а что такое червонное золото? Это сплав золота с медью высокой пробы красного цвета. Червонное золото применялось раньше для изготовления червонцев и других монет.

В общем, совершенно ясно, что золота — как для промышленных технических, так и для медицинских и бытовых целей — надо все больше. А стоит оно все дороже. Хорошо бы его чем-нибудь заменить, но, к сожалению, полноценного двойника пока не нет.



ЭЛЕМЕНТ №...

Ошибка великого писателя

Как известно, человек — не машина: запросто может ошибиться. Увы, иногда ошибаются даже выдающиеся личности, в том числе великие писатели.

Великий русский писатель Михаил Афанасьевич Булгаков в 1940 году закончил свой знаменитый роман «Мастер и Маргарита». Я думаю, что этот роман — самое выдающееся прозаическое произведение на русском языке, созданное в XX столетии. Но... в начале первой главы читаем описание Воланда: «Что касается зубов, то с левой стороны у него были платиновые коронки, а с правой — золотые...»

Что такое ротовая полость человека с точки зрения химии? Это довольно сложная коллоидная система, содержащая различные органические вещества, соли

органических и неорганических кислот и воду. Одним словом, слюну можно считать электролитом.

Теперь представим, что в этот электролит погружены два стерженька — из золота и платины. Их стандартные окислительно-восстановительные потенциалы в водном растворе: $Au/Au^{3+} = +1,5В$ и $Pt/Pt^{2+} = +1,2В$. Конечно, во рту не просто водный раствор, а коллоидная система, но все же будем ориентироваться на эти цифры. Тогда у нас получается гальванический элемент с ЭДС, равной: $E = 1,5 - 1,2 = 0,3 В$.

Величина совсем небольшая — ток получится всего-навсего несколько микроампер. А теперь представим, что такой гальванический элемент постоянно находится во рту человека. Что он будет чув-

ствовать? То же самое, как если бы этот человек постоянно касался языком обоих полюсов электрической батарейки, пусть и очень маломощной. Плюс постоянный кислый привкус во рту (электролиз воды с образованием хоть и небольшого, но все-таки определенного количества ионов H_3O^+ кислого вкуса).

Чтобы этого не было, коронки во рту должны быть сделаны из какого-то одного металла — либо из золота, либо из платины, либо из нержавеющей стали. Зубные техники это знают и никогда не ставят человеку коронки из разных металлов.

Правда, у Булгакова Воланд — Сатана, а не человек. Может быть, в организмах нечистой силы действуют законы «другой химии»?

Н.А.Паравян

Проверка пенициллинов

Кандидат технических наук

В.Г.Алексеев,

С.В.Лапшин

В России, к сожалению, до сих пор процветает торговля фальсифицированными лекарствами. Чем популярнее препарат, тем больше риск нарваться на подделку и за свои же деньги получить бесполезную «пустышку», а то и вовсе опасную для здоровья отраву. По данным «Химико-фармацевтического журнала», около трети всех подделок – это фальшивые антибиотики, в том числе и пенициллины – самые распространенные из антимикробных средств.

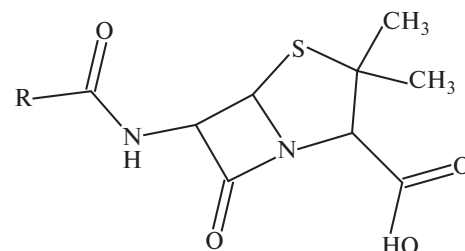
Пенициллинами называют группу природных и полусинтетических антибиотиков, молекулы которых соответствуют общей структурной формуле, показанной на схеме.

Основу пенициллиновых молекул составляет четырехчленное β-лактамное кольцо, соединенное с пятичленным тиазолиновым циклом, а радикал R («боковая цепь») может быть различным. Именно от радикала в значительной степени зависят кислотно-основные свойства, растворимость, химическая устойчивость и антимикробная активность пенициллина.

Природные пенициллины – продукт синтеза плесневых грибов рода *Penicillium*. Это с них началась эра ан-

тибиотиков. В 1929 году английский микробиолог А.Флеминг открыл бензилпенициллин (тогда его называли просто пенициллином). Позже английские ученые Г.Флори и Е.Чейн установили его структуру и разработали методы получения, за что и были в 1945 году удостоены вместе с Флемингом Нобелевской премии. В 1942 году бензилпенициллин впервые использовали в медицинской практике.

Из природных пенициллинов медики до сих пор применяют бензилпенициллин и феноксиметилпенициллин. Их получают промышленным способом, выращивая пеницилловые грибы на питательных средах. Но сейчас более распространены полусинтетические производные бензилпенициллина, результат его химической модификации: оксациллин, ампициллин, амоксициллин и другие. Как правило, такая модификация влияет на активность и спектр действия антибиотика и придает ему большую химическую устойчивость.



Общая формула пенициллинов

Попадая в организм, пенициллины уничтожают многие патогенные бактерии. Бактерия, в отличие от клеток млекопитающих, окружена прочной клеточной стенкой. Осмотическое давление внутри нее гораздо выше, чем в жидкостях макроорганизма, так что, не будь этой стенки, микроб просто лопнул бы. Прочность стенке придает пептидогликановый каркас. Он состоит из параллельных полисахаридных цепей, соединенных поперечными аминокислотными мостиками, которые образуются при участии ферментов. Пенициллины благодаря β-лактамному кольцу очень похожи по структуре на субстрат одного из этих ферментов, транспептидазу. Поэтому

Бензилпенициллина натриевая соль сразу после соединения растворов



Бензилпенициллина натриевая соль через 10 минут



Ампициллина натриевая соль сразу после соединения растворов



Ампициллина натриевая соль через 10 минут



«Ампиокс-натрий» сразу после соединения растворов



«Ампиокс-натрий» через 60 минут



Амоксициллина тригидрат сразу после соединения растворов



Амоксициллина тригидрат через 15 минут



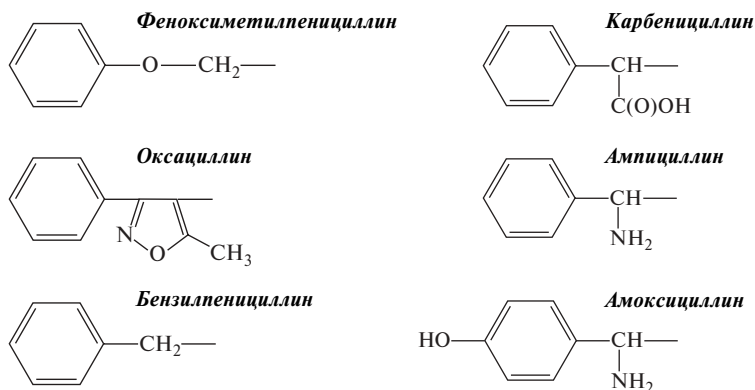
Фотографии реакций раствора $CuSO_4$ с растворами пенициллиновых антибиотиков

Феноксипенициллин



Оксациллина натриевая соль





Структура радикала R

они успешно связываются с активным центром фермента и фактически отключают его. Тем временем бактерии делятся и синтезируют новые клеточные стенки. Если фермент не работает, белковые шивки не образуются и не объединяют пептидогликаны в единую структуру, клеточная стенка не обретает необходимую прочность, содержимое бактерии вытекает и она погибает. Поскольку клетки млекопитающих пептидогликана не содержат, пенициллины на них практически не действуют и потому они, как правило, не токсичны для человека. Именно из-за этого де-

тям разных возрастов пенициллин назначают чаще, чем другие антибиотики. К сожалению, не содержат пептидогликанов и вирусы, грибки, амёбы и некоторые другие возбудители, поэтому пенициллины на них не действуют.

Со временем бактерии вырабатывают устойчивость к антибиотикам. Микроорганизмы синтезируют ферменты β -лактамазы, которые расщепляют β -лактаманное кольцо и лишают антибиотика бактерицидной активности. Каждый новый вариант пеницилина – это попытка фармацевтов «прикрыть» β -лактаманное кольцо от

Таблица 1
Эффекты, наблюдаемые при добавлении раствора CuSO_4 к раствору антибиотика

Лекарственная форма, изготовитель	Наблюдаемые эффекты
Феноксиметилпенициллин. Таблетки. ОАО «Синтез», Курган, Россия	Образуется прозрачный бледно-голубой раствор, не изменяющийся с течением времени.
Оксациллина натриевая соль. Порошок для инъекций во флаконах. ОАО «Биосинтез», Пенза, Россия; Таблетки. АО «Биохимик», Саранск, Россия	Сразу же образуется осадок светло-серого цвета с зеленоватым оттенком.
Бензилпенициллина натриевая соль. Порошок для инъекций во флаконах. ОАО «Биосинтез», Пенза, Россия	Образуется раствор голубого цвета, из которого через 1 мин начинает выпадать зеленый осадок.
Карбенициллина динатриевая соль. Порошок для инъекций во флаконах. «Ферейн», Москва, Россия	Образуется раствор зеленого цвета, из которого через 1 мин выпадает зеленый осадок.
Ампициллина тригидрат. Таблетки. «Мосхимфармпрепараты», Москва, Россия	Образуется прозрачный раствор голубого цвета, который через 2–5 мин приобретает светло-зеленую окраску. Через 30 мин начинает выпадать зеленый осадок.
Ампициллина натриевая соль. Порошок для инъекций во флаконах. «Ферейн», Москва, Россия	Раствор мгновенно приобретает интенсивную сине-фиолетовую окраску. Через 8–10 мин окраска раствора переходит в темно-зеленую, а через 40–45 мин в желто-коричневую.
«Ампиокс-натрий», смесь ампициллина натриевой соли и оксациллина натриевой соли в массовом соотношении 2:1. Порошок для инъекций во флаконах. «Ферейн», Москва, Россия	Сразу же образуется объемистый осадок темно-синего цвета, который через 3–5 минут меняет свой цвет на темно-зеленый.
Амоксициллина тригидрат. Таблетки «Амосин». ОАО «Синтез», Курган, Россия; Капсулы. Немофарм, Югославия; Порошок для приготовления суспензий. Nemofarm, Югославия.	Образуется прозрачный раствор бледно-голубого цвета, который через 5–10 мин приобретает светло-зеленую окраску. Осадок не выпадает.



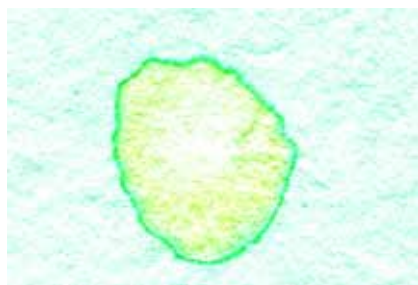
РАССЛЕДОВАНИЕ

действия разрушающих ферментов очередным радикалом, но бактерии со временем находят способ обойти преграду. Кстати, редкостью устойчивостью ко многим β -лактамазам отличается оксациллин.

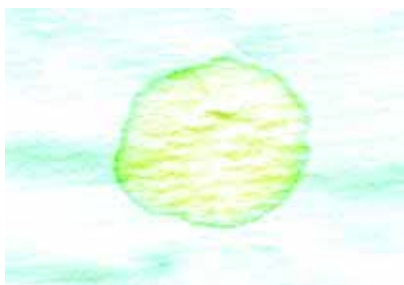
Структура молекул и химические свойства пенициллинов довольно близки. Практически одинакова и форма упаковки: порошки белого цвета с характерным «пенициллиновым» запахом в стандартных флаконах или таблетки. Поэтому недобросовестные поставщики могут заменить дорогой антибиотик более дешевым, а заметить обман непросто. Покупатель же пострадает не только материально: эффективность и спектр антимикробного действия пенициллинов существенно различаются. Разумеется, пенициллины можно надежно идентифицировать современными физико-химическими методами, такими, как жидкостная хроматография и капиллярный электрофорез. Для подобной проверки, однако, нужны сложное дорогостоящее оборудование и высококвалифицированный персонал. Более просты и доступны методики с применением тонкослойной хроматографии, но в этом случае анализ занимает несколько часов и требует использования небезопасных органических растворителей.

Мы предлагаем быстрый и очень простой тест, который позволяет различить отдельные пенициллины не только эксперту, но и рядовому посетителю аптеки. Метод основан на различиях в кислотно-основных свойствах пенициллинов и их способности к образованию комплексных соединений с катионами металлов. Проведенные нами исследования показали, что внешние эффекты взаимодействия пенициллинов с растворами солей меди (II), такие, как изменение окраски и образование осадков, индивидуальны для каждого антибиотика.

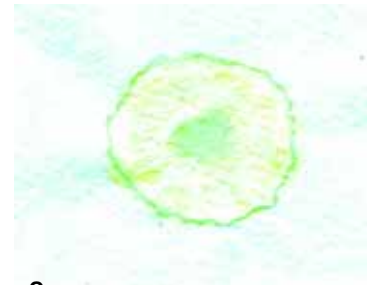
Особенности качественных реакций пенициллинов зависят от структуры их радикалов. Карбоксильная группа придает антибиотикам кислотные свойства, аминогруппы – основной, а фенольная и амидная группы слабо



Амоксицилина тригидрата капсулы



Ампицилина тригидрата таблетки



Оксацилина натриевая соль, порошок для инъекций

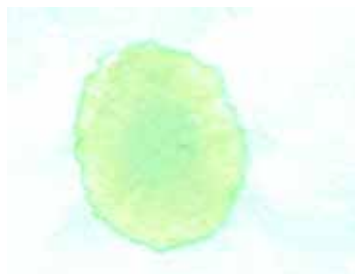
участвуют в кислотно-основных взаимодействиях.

Феноксиметилпенициллин очень плохо растворим в воде, поэтому он практически не взаимодействует с солями меди (II), и раствор соли не меняет цвет.

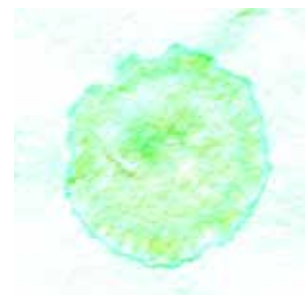
Оксациллин входит в состав лекарств в виде хорошо растворимой натриевой соли. Взаимодействие анионов оксациллина с катионами Cu^{2+} в слабокислой и нейтральной средах приводит к образованию осадка.

Бензилпенициллин и карбенициллин также хорошо растворимы, и их кислые растворы длительное время сохраняются без изменений. При их взаимодействии с раствором CuSO_4 очень быстро выпадают осадки, причем одинакового цвета. Различаются сами растворы.

Анионы ампициллина и амоксициллина в щелочной среде ($\text{pH} > 7,5$) об-



Ампиокс

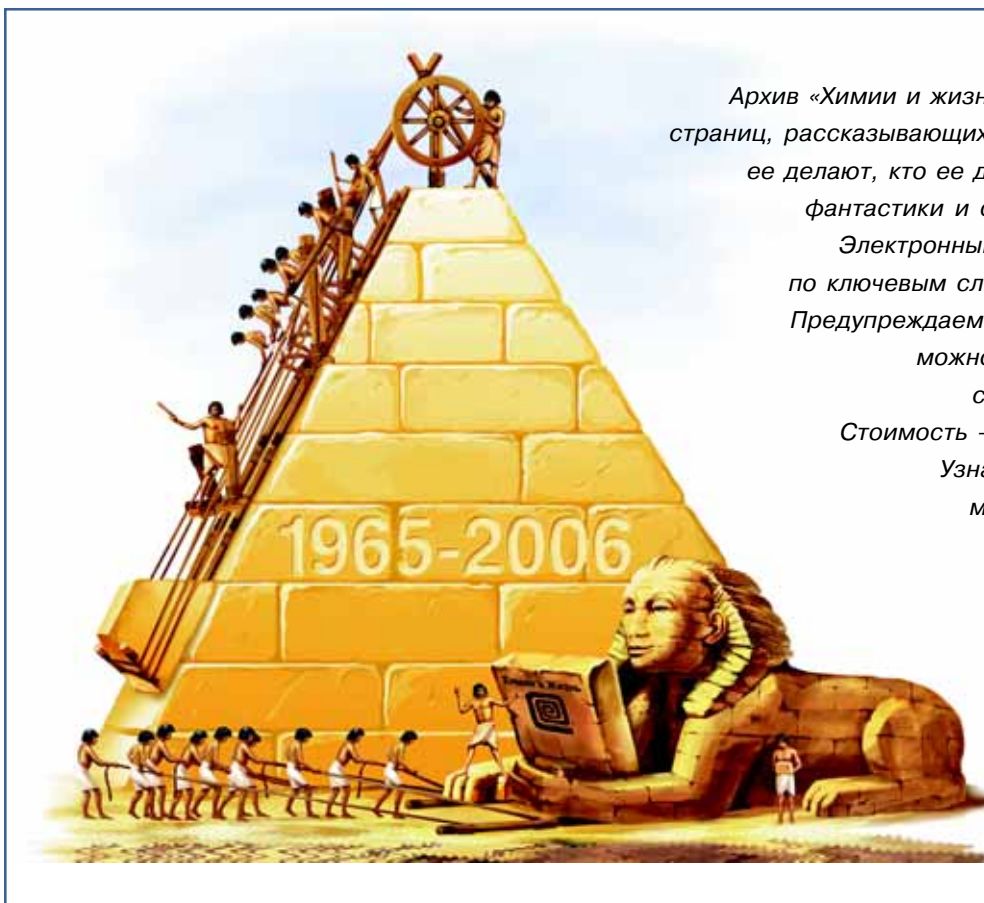


Бензилпенициллина натриевая соль

разуют с Cu^{2+} устойчивые комплексы сине-фиолетового цвета. Со временем структура комплекса меняется, и его окраска становится желто-коричневой. Время перехода окраски зависит от мольного соотношения Cu(II) /антибиотик и составляет от 40 – 50 минут при эквимольном соотношении до 5 – 6 часов при шестикратном избытке антибиотика. В кислой и нейтральной средах, при $\text{pH} 3 - 7,5$ ам-

пициллин и амоксициллин с ионами меди не взаимодействуют. Но вид раствора все же меняется: из-за гидролиза ионов Cu^{2+} постепенно образуются осадки или коллоидные растворы основных солей меди (II).

Эксперименты с различными лекарственными формами антибиотиков позволили разработать две простые и быстрые методики идентификации пенициллинов.



Архив «Химии и жизни» за 42 года — это более 50 000 страниц, рассказывающих о современной науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков.

Электронный архив дает возможность поиска по ключевым словам и смысловым конструкциям.

Предупреждаем: архив защищен от копирования, можно переписывать только отдельные статьи и рисунки, но не весь диск.

Стоимость — 1350 рублей с учетом доставки.

Узнать подробности и заказать архив можно на сайте журнала www.hij.ru и по телефону (499) 267-54-18.

С мая телефон редакции: 8 (499) 978-87-63

Таблица 2

Окраска сухого пятна после нанесения растворов антибиотиков на фильтровальную бумагу, пропитанную раствором CuSO_4

Лекарственная форма, изготовитель	Наблюдаемые эффекты
Феноксиметилпенициллин. Таблетки. ОАО «Синтез», Курган, Россия	Бесцветное пятно с голубой каймой.
Оксациллина натриевая соль. Порошок для инъекций во флаконах. ОАО «Биосинтез», Пенза, Россия; Таблетки. АО «Биохимик», Саранск, Россия	Бесцветное пятно с голубой каймой.
Бензилпенициллина натриевая соль. Порошок для инъекций во флаконах. ОАО «Биосинтез», Пенза, Россия	Пятно желто-зеленого цвета с синей каймой.
Карбенициллина динатриевая соль. Порошок для инъекций во флаконах. «Ферейн», Москва, Россия	Пятно светло-синее со светло-зеленой каймой.
Ампициллина тригидрат. Таблетки. «Мосхимфармпрепараты», Москва, Россия	Желтое пятно с зеленой каймой.
Ампициллина натриевая соль. Порошок для инъекций во флаконах. «Ферейн», Москва, Россия	Пятно светло-синее с широкой зеленой каймой.
«Ампиокс-натрий», смесь ампициллина натриевой соли и оксациллина натриевой соли в массовом соотношении 2:1. Порошок для инъекций во флаконах. «Ферейн», Москва, Россия	Пятно светло-синее с широкой зеленой каймой.
Амоксициллина тригидрат. Таблетки «Амосин». ОАО «Синтез», Курган, Россия; Капсулы. Hemofarm, Югославия; Порошок для приготовления суспензий. Hemofarm, Югославия.	Светло-желтое пятно с голубой каймой.

Методика 1

1. Готовим раствор антибиотика. В 25 мл дистиллированной воды растворяем навеску лекарственной формы, содержащую 0,5 г антибиотика. Растворы получаются мутными из-за присутствия нерастворимых вспомогательных веществ, которые добавляются в порошки и таблетки. Чтобы антибиотик полностью растворился, надо подождать 30 минут, а затем профильтровать раствор через бумажный фильтр. В результате получаем бесцветный прозрачный раствор антибиотика с концентрацией 0,045 – 0,055 моль/л. Таблетки феноксиметилпенициллина дают кислые растворы, препараты бензилпенициллина, карбенициллина, оксациллина, тригидратов ампициллина и амоксициллина – слабокислые, близкие к нейтральным, натриевая соль ампициллина и ампиокс – щелочные.

2. Наливаем раствор антибиотика в стакан и добавляем 10 мл 0,1 М раствора CuSO_4 или другой растворимой соли меди (II). Получаем систему, содержащую небольшой избыток антибиотика (примерно 1,125 ммоль антибиотика и 1 ммоль медной соли).

3. Перемешиваем содержимое стакана стеклянной палочкой и наблюдаем происходящие эффекты.

4. Делаем вывод о наличии того или иного антибиотика в образце на основании данных таблицы 1.

Методика предусматривает некоторый избыток антибиотика в реакционной смеси (мольное соотношение антибиотик / Cu(II) = 1,1–1,5). При со-

отношении менее 1, то есть при избытке соли меди, картина искажается, особенно при экспериментах с препаратами ампициллина и амоксициллина – сразу же начинается выпадение зеленых осадков основных солей меди. При двукратном и более избытке антибиотика существенно уменьшается скорость реакции. Кстати, этот метод позволяет косвенно оценить количество некоторых антибиотиков в препарате. Если при проверке порошка натриевой соли ампициллина вместо ожидаемого фиолетового раствора немедленно образуется объемистый зеленый осадок, то возможно, что во флаконе действительно натриевая соль ампициллина, но в меньшем, чем нужно, количестве. Однажды авторам статьи довелось приобрести капсулы тригидрата амоксициллина, содержащие ровно вдвое меньше антибиотика, чем значилось на этикетке.

Методика 2

1. Готовим специальную индикаторную бумагу. Для этого пропитываем фильтровальную бумагу 0,1 моль/л раствором CuSO_4 и сушим на воздухе при комнатной температуре. Эксперименты показали, что увеличение концентрации пропитывающего раствора до 0,5 моль/л результатов не улучшает, уменьшение до 0,05 моль/л – существенно ухудшает.

2. Готовим раствор антибиотика (см. методику 1).

3. На готовую индикаторную бумагу наносим каплю раствора антибиотика.

**РАССЛЕДОВАНИЕ**

4. Сушим бумагу на воздухе при комнатной температуре. На ней образуется цветное пятно диаметром около 2 см, по окраске которого делаем вывод о наличии того или иного антибиотика в образце на основании данных таблицы 2.

Методика 2 проще методики 1. Индикаторную бумагу можно заранее приготовить и долго хранить. Однако «бумажный» тест менее эффективен, чем «растворный». Он не позволяет различить феноксиметилпенициллин и оксациллин, а также ампициллин и ампиокс. Кроме того, все цветовые эффекты в «бумажном» варианте проявляются менее ярко, поэтому возрастает вероятность ошибки при проведении анализа. Тем не менее «бумажный» тест, как и «растворный», позволяет идентифицировать амоксициллин и карбенициллин – наиболее дорогие препараты, а следовательно, первые кандидаты на подмену. Тем более что объемы продажи амоксициллина, антибиотика весьма эффективного и малотоксичного, неуклонно растут. Наиболее дешевый препарат из всей группы – бензилпенициллин, продукт микробиологического синтеза, сырье для всех полусинтетических пенициллинов. А сырье всегда под рукой. Очевидно, жуликам выгодно заменять дорогие антибиотики именно бензилпенициллином. К сожалению, этот препарат расщепляется в кислой среде, то есть в желудочном соке, поэтому его назначают только в виде инъекций. Если обманутый покупатель получит бензилпенициллин в таблетках, лекарство не поможет совсем.

Конечно, результаты анализа, проведенного с помощью данного теста в домашних условиях, юридической силы не имеют. Но если, проверив купленный антибиотик, вы получили совсем не тот результат, который ожидали, то есть смысл сходить в другую аптеку за более качественным препаратом. А может быть, и в отдел по защите прав потребителей – поделиться своими сомнениями. Глядишь, к горе-фармацевтам и официальные экспертизы с проверкой нагрянут.



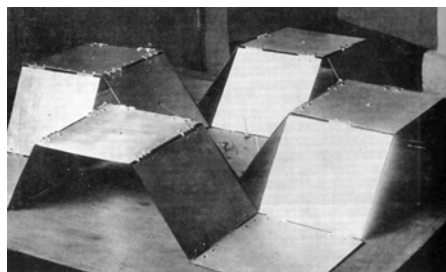


НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Кирпичи из наноалмазов

Ученые из Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе РАН (Санкт-Петербург) разработали подход, который позволяет создавать композиционные материалы с заранее заданной, в том числе и очень высокой, теплопроводностью. В основе новых композитов – природные микро- и детонационные наноалмазы, фуллерен и графит. Впрочем, разработки отнюдь не исчерпываются практической стороной вопроса. Исследования, которые проводят авторы, позволяют многое узнать о взаимных превращениях алмазов, фуллеренов и графита, в основе которых одни и те же атомы углерода, только по-разному расположенные (Kidalov@mail.ioffe.ru).

Как делают такие материалы? Берут алмазы микро- и наноразмеров, добавляют фуллерены (тот же углерод, но в форме полых сфер из 60–80 атомов) и быстро спекают порошок при высокой температуре и высоком давлении. Изюминка в том, что свойства полученного материала (если он вообще получится) принципиально зависят и от состава исходной смеси, и от параметров процесса. И тут важно все: температура, давление, время обработки. Потому что именно они-то и определяют, что получится – прочный композит с определенными структурой и свойствами или слабо сцепленные между собой графитовые «песчинки». А еще чрезвычайно важно то, что авторы использовали материалы без примесей металла – только углерод. Уже было известно, что из алмазного порошка можно сделать алмаз-



но-графитный «кирпич», но в присутствии катализатора, например кобальта. Сделать же такие «кирпичики» из чистого углерода до сих пор мало у кого получалось, хотя многим хочется – это очень перспективный материал. А вот ученым из всемирно известного питерского Физтеха удалось. Они научились не только получать композиционные материалы на основе микро- и наноалмазов, причем с заранее заданными структурой и свойствами, но и серьезно продвинулись в понимании таинственных процессов, происходящих с алмазным порошком при высокой, под две тысячи градусов, температуре и под давлением в десятки тысяч атмосфер.

Оказалось, что из алмазного порошка можно сделать монолитные материалы с самой разной, в том числе и очень высокой теплопроводностью – выше, чем у меди и серебра. Такой материал получится, если использовать очень мелкие природные алмазы, фактически порошок с размерами частиц около десяти микрон, и спекать его несколько секунд при температуре около 1800°C под давлением 60 тысяч атмосфер. Это будет плотный и твердый композит из как бы сросшихся друг с другом алмазных ядер в графитовой оболочке. Если же его перегреть или пережарить, то все алмазы «насквозь ографитятся» и получится просто графит, теплопроводность которого в пять раз ниже.

Поскольку размеры наноалмазов на порядки меньше, то и обращаться с ними следует аккуратнее: слишком высокие давлений и температур они просто не перенесут и станут графитом. Но вот если добавить к наноалмазам немного фуллеренов, молекулы которых состоят из 60 атомов углерода, то превращение алмазов в графит начнется при более низкой температуре, ниже 1400°C, и тогда удастся получить алмазно-графитовый композит с теплопроводностью от 50 до 100 Вт/м·К.

В результате ученые выяснили, из какого именно алмазного порошка и в каких условиях можно получить композиционные материалы с заранее заданными плотностью и теплопроводностью. Если учесть, что и химическая стойкость их будет очень высока, то становится понятно, что фактически ученые предлагают технологам целый спектр новых очень перспективных материалов. Кро-

ме того, есть и еще один плюс: источником наноалмазов для подобных материалов могут быть просроченные взрывчатые вещества, которые необходимо тем или иным способом утилизировать, так что метод позволяет сделать хорошее из плохого.

ТЕХНОЛОГИИ

Фуллерены на потоке

Специалисты из ЗАО «Инновации Ленинградских институтов и предприятий» (Санкт-Петербург) разработали промышленную установку для получения легких и тяжелых фуллеренов. Технологическая схема процесса состоит из нескольких стадий, позволяя синтезировать смеси фуллеренов из особо чистых графитовых стержней в атмосфере гелия, а также проводить их разделение на индивидуальные легкие (C-60 и C-70) и тяжелые (C-76, C-78, C-84) (Charykov@iilip.ru).

Комплекс позволяет производить фуллерены – удивительные полые молекулы-шарики, состоящие из нескольких десятков атомов углерода каждая. Производительность установки – килограммы фуллеренов в сутки. Еще сравнительно недавно фуллерены были скорее экзотикой, их активно изучали, но практически не использовали. Однако, как говорят ученые, фуллерены слишком совершенны, чтобы быть бесполезными. Действительно, оказалось, что сами фуллерены и материалы на их основе обладают интересными и порой исключительно полезными свойствами. Фуллерены могут быть катализаторами и сокатализаторами во многих реакциях органического синтеза. Они способны увеличивать прочность и эластичность материалов. С помощью фуллеренов можно изменять оптические свойства материалов, их тепло- и электропроводность. Но для использования в промышленных процессах нужны и промышленные количества этих удивительных соединений, а наиболее известные способы получения фуллеренов позволяют получить их совсем немного, причем в смеси с другими модификациями углерода – в так называемой



фуллереновой саже содержатся также графит, аморфный углерод, углеродные нанотрубки и другие структуры. Кроме того, свойства разных фуллеренов различны, следовательно, чтобы управлять свойствами конечного материала, необходимо использовать только фуллерены определенного вида. Значит, надо уметь их разделять, и тоже в промышленных, а не лабораторных количествах.

Комплекс, разработанный в Санкт-Петербурге, позволяет нарабатывать фуллерены в значительных количествах и выделять их целевые виды, причем практически не загрязненными другими углеродсодержащими продуктами. В состав комплекса входит несколько основных установок. Первая – это собственно реактор объемом 25 л для получения фуллереновой смеси из особо чистых графитовых стержней – до 120 грамм в час. Это фуллереновая сажа, но фуллеренов в ней уже не один-два процента, а 12–14% по массе. Пока это все еще смесь, но состоящая в основном из фуллеренов C-60 (65–70%) и C-70 (23–27%), а также более тяжелых фуллеренов.

Следующий аппарат – это экстрактор. Его задача – выделить фуллереновую смесь из сажи, а продуктивность – около 400 граммов фуллерена за один пятиминутный цикл (рабочий объем экстрактора – 1,8 л). При этом экстрактор позволяет выделить из сажи практически все фуллерены (более 98%).

Наконец, последнее звено комплекса – это система сепараторов для получения индивидуальных фуллеренов, в первую очередь наиболее востребованного и самого легкого вида фуллеренов – C-60. При объеме 10 л он позволяет получить 100 граммов фуллерена в сутки, чистота продукта при этом 99,5–99,9%. Кроме того, есть и специальные сепараторы для выделения более тяжелых фракций, если это понадобится. Так, комплекс позволяет получить совершенно экзотические виды фуллеренов, такие, как C-84 и C-90, тоже очень чистые, но уже в меньших количествах, – однако и спрос на них заметно ниже. Что же касается фуллерена C-70, то его удается получить до 20 граммов за цикл, а цикл в данном случае – это уже двое суток.

Разумеется, здесь перечислены только основные этапы разработанного учебного процесса и только основные виды необходимого оборудования. Однако авторы не только разработали, запатентовали и сконструировали весь комплекс и все главные процессы, но даже сделали настоящие, промышленные, а не опытно-лабораторные образцы. Комплекс работает, так что теперь можно произво-

дить столько фуллеренов, сколько надо. Пока это килограммы, но весьма вероятно, что в самом ближайшем будущем понадобится и больше. К решению этой задачи питерские разработчики готовы.

ФИЗИОЛОГИЯ

Сезон заменителей сахара

Тем, кто пытается похудеть, исключив из своего меню сахар, следует знать, что сахарозаменители не всегда полезны. Реакция организма на сахарозаменители зависит от времени года. К таким выводам пришли специалисты Московского государственного медико-стоматологического университета и ВНИИ механизации льноводства Россельхозакадемии (kichenko@metronet.ru).

Сахарозаменители нередко назначают для профилактики и лечения ожирения, сахарного диабета, кариеса и других заболеваний, связанных с нарушениями углеводного обмена. Не менее охотно используют заменители и здоровые люди, желающие похудеть. Однако переход от традиционного сахара к его заменителям неизбежно приводит к изменению активности соответствующих ферментов, участвующих в углеводном обмене, – так организм на молекулярном уровне адаптируется к новым условиям. Вместе с тем все в организме, в том числе и работа ферментных систем, подчиняется биоритмам. Все эти проблемы еще мало изучены и потому привлекли внимание российских ученых.

Многие человеческие продукты питания исследуют на крысах, не стали исключением и заменители сахара. Эксперименты проводили на нескольких десятках крыс, разделенных на шесть групп. В течение месяца животные контрольной группы получали обычный корм, а остальным 54% рациона заменили углеводами. Второй группе давали сахарозу (традиционный сахар), третьей – сахарозаменитель сорбитол, четвертой – заменитель ксилитол, пятой – сорбитол пополам с сахарозой, а шестой – поровну ксилитол и сахарозу. Через месяц крыс взвешивали, выводили из опыта и исследовали активность ферментов печени и сыворотки крови, ответственных за расщепление углеводов.

Через месяц пребывания на разных кормах внешний вид и поведение животных значительно изменились. Крысы, получавшие 54% сахарозы, весили не-

много меньше, чем контрольные животные, но оставались чистыми и упитанными. Представители других групп были возбуждены, худели, шерсть у них была грязной, мокрой и слипшейся, стул жидким. Особенно пострадали крысы, получавшие только сорбитол или ксилитол без добавления сахарозы. Однако в теплое время года, весной и летом, все животные весили больше и выглядели лучше, чем в осен-



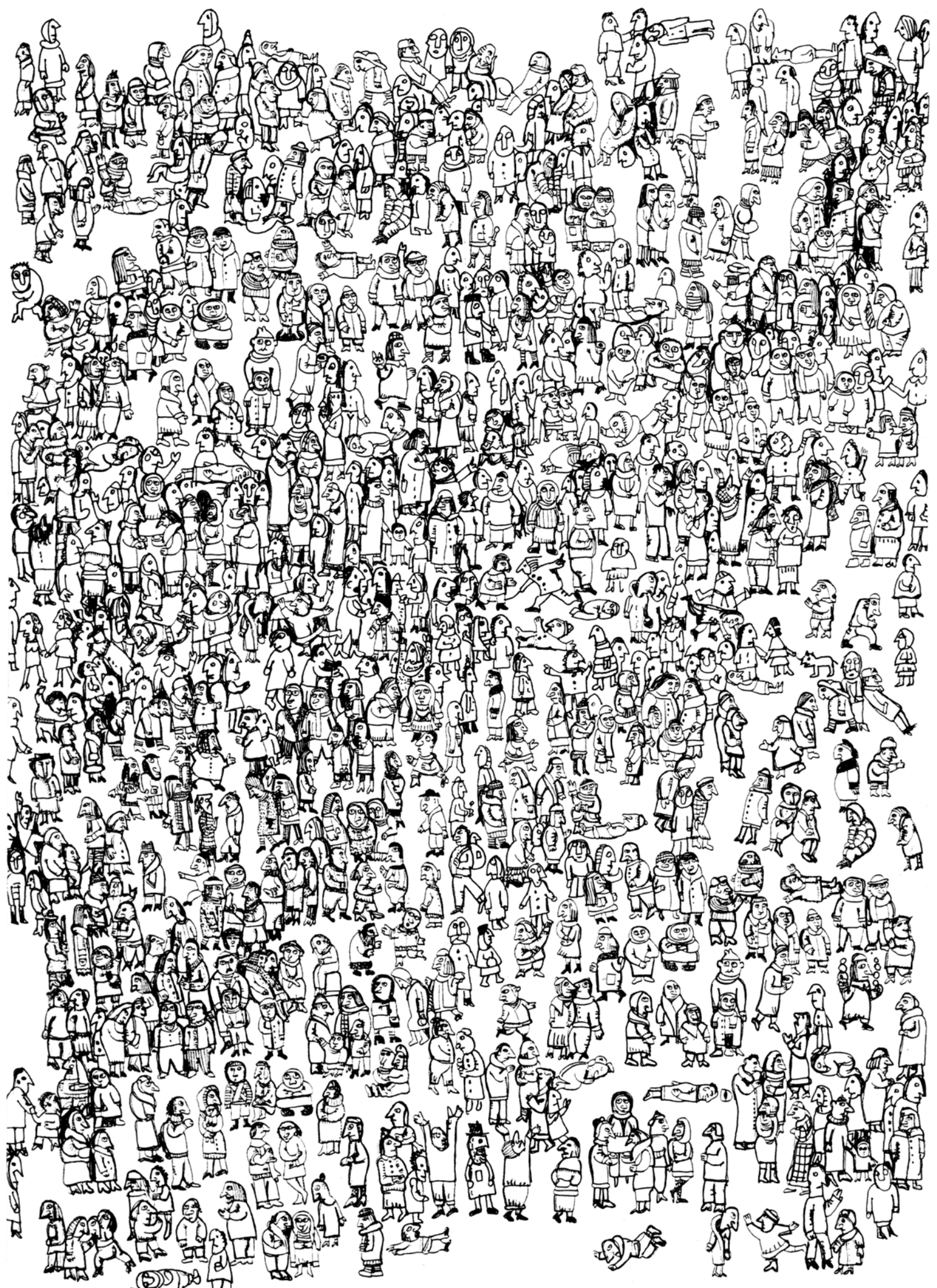
не-зимний сезон. Лабораторные крысы, хотя и сидят в помещении, сезонные изменения чувствуют: зимой дни короче и в виварии прохладнее, чем летом.

Переход крыс на сахарозаменители активизировал и работу ферментов, расщепляющих эти заменители. Ферментативная активность также была выше летом и весной. В литературе уже есть сведения о сезонных изменениях активности других ферментов печени, принимающих участие в ключевых реакциях метаболизма.

В ходе экспериментов самые сильные изменения претерпела активность сорбитолдегидрогеназы – фермента, расщепляющего сорбитол. Дополнительные исследования показали, что активность фермента была пропорциональна количеству съеденного сахарозаменителя. Повышение активности сорбитолдегидрогеназы имеет адаптивное значение, так как избыток сорбитола в организме может вызвать мочекаменную болезнь, диарею, повреждение хрусталика и сетчатки глаза и другие заболевания.

Практических выводов из этой работы два. Во-первых, все чрезмерное вредно, даже сахарозаменители. Их избыток может серьезно расстроить здоровье. Во-вторых, худеть или кардинальным образом менять рацион лучше в теплое время года, когда ферменты более чутко реагируют на внешние воздействия и организм лучше адаптируется к переменам.





Групповой отбор возвращается?

Е. Клещенко

Зимой 2007–2008 года на страницах англоязычных научных журналов и в Интернете разыгралась «битва титанов» — двух видных деятелей современной биологии, двух знаменитых популяризаторов науки, и в их лице — английской и американской эволюционных школ. Первый из них, Ричард Докинз, хорошо известен нашим читателям: автор концепции «эгоистичного гена», провозгласивший именно ген элементарной единицей отбора; тот, кто ввел термин «мем» для обозначения единицы информации, реплицирующейся в наших умах; страстный дарвинист и не менее страстный антиклерикал, автор книг о науке, мгновенно становящихся бестселлерами, — вот далеко не полный список его заслуг (подробнее см. на официальном сайте Докинза www.richarddawkins.net). Аргументы Докинза сильны, слава огромна, а его кротость и терпимость к оппонентам вошли в поговорку, так что публично возражать Докинзу на его поле рискнет не каждый.

Впрочем, Эдвард Уилсон и есть «не каждый». Хотя этот американский биолог куда менее знаменит в России — он всего-навсего основатель социобиологии, науки о биологических основах социального поведения, и лауреат двух Пулитцеровских премий: 1979 года, которую принесла ему книга «On Human Nature» («О природе человека»), и 1991 года, за книгу «The Ants» — «Муравьи». Уилсон не принадлежит к тем социологам, которые рассуждают о биологии, не зная ее основ, — он крупный специалист по муравьям и другим социальным насекомым. Именно он заявил во всеуслышание, что поведение во многом определяется генами, не только у насекомых, но и у людей, и, говоря об этом, даже использовал термин «генетический поводок». Такие выражения многих заделали: а как же, дескать, свобода воли и воспитание в духе демократических (вариант: коммунистических) идеалов? Уилсона называли и расистом, и евгеником, хотя расист он не в большей степени, чем академик Е. Д. Спердлов (см. «Химия и жизнь», 2008, № 3) или тот же Докинз: его скорее можно назвать представителем научного гуманизма. Целью книги «О природе человека» было «завершить революцию, начатую Дарвином, и принести достижения биологической мысли в социальные и гуманитарные науки». Тем не менее многие этологи, в том числе знакомый нашим читателям Е. Н. Панов, относятся к идеям Уилсона критически. Однако сам Докинз отзывается об Уилсоне и его трудах с неизменным уважением, даже в пылу спора.

Так где же разошлись во мнениях автор «Эгоистичного гена» и отец социобиологии, оба дарвинисты, просветители и борцы с предрассудками? Яблоком раздора оказался групповой отбор.

Вид или ген?

В книгах Докинза «групповой отбор» — фактически ругательство. Группового отбора не бывает, а все разговоры о нем — вредное заблуждение либо умственная лень. «Такая груп-

па, как вид или популяция в пределах вида, отдельные члены которой готовы принести себя в жертву во имя благополучия данной группы, имеет больше шансов избежать вымирания, чем соперничающая с ней группа, отдельные члены которой ставят на первое место собственные эгоистические интересы. Поэтому мир оказывается населенным главным образом группами, состоящими из самоотверженных индивидуумов. В этом суть теории «группового отбора», которую биологи, недостаточно хорошо знакомые с эволюционной теорией, долгое время считали правильной... Ортодоксальную альтернативную теорию обычно называют «индивидуальным отбором», хотя лично я предпочитаю говорить о геном отборе». В число биологов, «недостаточно хорошо знакомых с эволюционной теорией», Докинз не без сожаления включает Конрада Лоренца.

Напомним вкратце аргументы, с помощью которых Докинз доказывает, что на самом деле единица отбора — ген, а не организм и тем более не вид или популяция. Что касается вида — действительно, вряд ли животное может проявлять «заботу о благе вида в целом», гибнуть ради его процветания. Чего ради московский воробей будет заботиться, допустим, о воробьях Владивостока, если он даже не подозревает об их существовании?

Докинз подвергает сомнению и термин «индивидуальный отбор». Непохоже, чтобы главной целью эволюции было процветание сильнейших индивидов. Ведь победитель эволюционной гонки, вместо того чтобы наслаждаться плодами победы, при первой возможности приступает к размножению, затрачивая массу усилий на поиск и завоевание партнера, на «сам процесс», на заботу о потомстве (зачастую жертвуя не только благодеянием, но здоровьем и жизнью) — и в конце концов неизбежно стареет и умирает. Какое уж тут процветание.

Единственные, кто выигрывает в этой игре, — гены особей, сумевших продолжить себя в потомках. Они создают себе «машины выживания» — тела животных, в чьих клетках обитают, — примерно так же, как первые молекулы нуклеиновой кислоты построили первую протоклетку. Безжалостно программируя поведение «машин выживания», гены побуждают их заниматься самокопированием (забывая о еде и сне: получение новых копий генов важнее), искать партнеров (самых лучших, ведь гены желают оказаться в хорошей компании, когда переберутся в тела потомства), заботиться о детенышах (о новых «машинах выживания», содержащих копии тех же генов) — и не исключено, что именно гены отдадут команду старым телам сходить со сцены, освобождая место. Впрочем, по Докинзу, генам скорее безразлична судьба старых тел с того момента, как подросло потомство. Если ресурсов достаточно, пусть живут, вдруг бабушка поможет выхаживать новую серию копий, а дедушка возьмет молодую жену и снова займется копированием...

Во всех своих книгах, начиная с «Эгоистичного гена» (1976, русский перевод — 1993), Докинз неустанно подчеркивает две вещи. Во-первых, выражения вроде «гены безжалостны» или «безразличны» следует понимать как метафору: гены не вынашивают никаких планов и не испыты-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

вают никаких чувств, потому что участки молекулы ДНК на это не способны в принципе — они просто участвуют в определенных химических реакциях. Во-вторых, эгоистическое поведение наших генов ни в коей мере не является примером для подражания: на то мы и цари природы, чтобы не тянуться за «генным поводком».

Среди биологов ясная, стройная и непротиворечивая теория «эгоистичного гена» быстро завоевала популярность. Ведь за этими рассуждениями стояла огромная работа многих современных эволюционистов: полевые наблюдения, результаты лабораторных экспериментов и, наконец, математические и компьютерные модели (первые из которых были выполнены на «больших счетных машинах» 60-х годов, но не перестали быть убедительными по сей день). Впрочем, все это не помешало противникам «эгоистичного гена» обвинить Докинза в безнравственности и редуционизме. Первое обвинение рассматривать не будем, а вот что там с редуционизмом?

Зеленая борода — символ альтруизма

Если группового отбора не существует, спрашивали они, то как объясняет теория генного отбора наблюдаемые факты альтруизма у животных? В чем выгода для гена, если «машина выживания» погибнет, чтобы спасти сородича? С самопожертвованием родителя во имя детей у этой теории проблем нет. Нет и альтруизма как такового, а есть кин-отбор (от kin — родственник): ген родителя спасает собственные копии в детях, не переставая быть эгоистичным. Иначе говоря, у всех животных, потомство которых не выживает без опеки, обязательно должен быть генный комплекс, обеспечивающий любовь к детенышам: для них вид довольных и благополучных потомков — награда, или, как говорят специалисты, положительное подкрепление, зато потомок несчастный — страшное испытание для нервов. Безответственные маманьки с папаньками, у которых гены родительской любви не работают как надо, не передают поврежденные копии новому поколению, так как их потомство с большой вероятностью погибает.

Кин-отбор объясняет и братскую или сестринскую заботу, обычно детенышей из предыдущего помета — о младших: если у детенышей общие и мать, и отец, то у них половина генов общие. Говорят, что, когда Джона Холдейна спросили в пабе, готов ли он умереть за родного брата, знаменитый эволюционист быстро подсчитал что-то на бумажке и потом ответил: «Только за двух братьев или не менее чем за восьмерых кузенов!» Это, конечно, шутка, но она показывает, как работает кин-отбор: акт альтруизма поощряется эволюцией, если он приводит к сохранению большего числа копий гена, чем эгоистическое поведение.

Математическое выражение этой концепции предложил Уильям Гамильтон в 1964 году. В простейшем виде Гамильтоново правило выглядит так:

$$rb > c,$$

где r — степень родства между альтруистом и объектом альтруизма, b — выгода для родича, которую даст помощь альтруиста, а c — ущерб, который он понесет из-за своей доброты (от английских слов *relatedness*, *benefit* и *cost*). Когда это неравенство соблюдается, акт альтруизма возможен. Например, снять кусачего паразита у соседа с затылка при избытке свободного времени очень даже можно (c — близко к нулю), но бросаться в бурную речку имеет смысл, только если тонут твои детеныши, а ты худо-бедно умеешь плавать. Если плаваешь хорошо, то можно спасти и племянника. Но если совсем не умеешь — практичнее завести новых детенышей. Разумеется, чтобы такая модель имела предсказательную силу, надо выразить в числах не только степень родства, но и ущерб с выгодой, например присвоив им баллы.

Резонный вопрос: а как животные (даже достаточно умные, чтобы отличать сородичей друг от друга) узнают, кто им родной? Ведь фамилий и паспортов у них нет! Положим, матери своих детенышей знают, а вот у отцов ситуация сложнее, да и братьям откуда знать, родные они или сводные... На это можно ответить, что именно поэтому материнская забота у птиц и млекопитающих более обычна, чем отцовская и тем более братская. А кроме того, показано, что многие животные очень неплохо отличают родных, например, по запаху. Это касается и общественных насекомых, и млекопитающих. Правда, здесь возможны ошибки, если генетически «свой» провел долгое время среди «чужих», — вплоть до самых фатальных последствий.

В конце концов, можно ориентироваться просто на внешний вид. Гамильтон предсказал существование «эффекта альтруизма к зеленой бороде» (название предложил Докинз): если, допустим, часть особей в популяции имеет зеленую бороду, не исключено, что зеленобородые особи будут охотнее помогать друг другу, чем, скажем, краснобородым. Генный эгоизм такое поведение вполне оправдывает: если и не все зеленобородые — близкие родственники, то уж гены, отвечающие за цвет и наличие бороды, у них наверняка одинаковые. Но обнаружить этот эффект в чистом виде не так просто: ведь надо доказать, что помогают не родственнику, а именно похожему внешне существу, притом чаще, чем непохожему, и не в обмен на ответную помощь (об этом речь дальше), а именно за сходство...

«Зеленая борода» на поверку оказалась синим подбородком. Пять лет назад «New Scientist» написал о пятнистобокких ящерицах *Uta stansburiana*. У самцов этих ящериц горлышко может быть окрашено в синий, оранжевый или желтый цвет. Оказалось, что самцы с синим горлышком вступают в кооперацию ради защиты территории с другими синими самцами, причем при определенных условиях этот оборонительный союз может оказаться выгодным не для обоих, а только для одного из самцов: один спаривается с самкой, а другой «стоит на страже» и отгоняет конкурентов. Самый что ни на есть подлинный альтруизм! Авторы работ, проведенных в Калифорнийском университете (Санта-Крус) под руководством Барри Синерво, считают, что это первый неоспоримый пример «эффекта зеленой бороды» у позвоночных. Интересно, что самцы с подбородками других цветов к сотрудничеству не склонны: «оранжевые бороды» агрессивны, а «желтые» предпочитают хитростью пробраться на чужую территорию к чужой девушке. Сейчас исследователи установили, какие гены отвечают за такое поведение «синих». Ко всеобщему удивлению, оказалось, что гены, контролирующие цвет подбородка, и как минимум три других гена, детерминирующих поведение, не сцеплены, а расположены в разных участках генома.

Трудно удержаться от искушения использовать идею «альтруизма к зеленой бороде» для объяснения человеческих взаимоотношений. Ведь не раз было замечено, как сочувствуют друг другу рыжие, очкарики и те, кто читал в детстве одни и те же книги. (Подчеркнем, что речь идет не о брачной избирательности, а о дружеской симпатии.) А если чуть серьезнее — как знать, не лежит ли тот же эффект в основе расовых предрассудков нашего вида?

Клык за клык, за хвост полтора хвоста...

Так или иначе, когда детеныш тонет, у взрослой особи нет возможности ни понюхать его, ни рассмотреть. Видимо, поэтому врожденная программа многих приматов предполагает оказание помощи любому животному, похожему на детеныша их вида, — не важно, родному ли, троюродному племяннику или вообще принадлежащему к соседней стае. Иногда такая помощь может переходить и видовые границы — помните истории о дельфинах, спасающих людей, или зайчатах, усынов-

ленных собакой? Истории очень трогательные, но, по мнению трезво мыслящих биологов, тут все же налицо ошибочное срабатывание программы. Притом все вышесказанное не отменяет того факта, что лев может сожрать детенышей любимой львицы от другого самца, чтобы скорее появились на свет его дети. И даже у людей частота убийств мужьями матери маленьких детей от другого брака во много раз превышает аналогичную статистику для родных отцов...

Однако кроме альтруизма к родственникам существует еще и реципрокный альтруизм («ты мне, я тебе»): можно рискнуть ради сородича, если он потом рискнет ради меня. А если мы учтем, что отдельно взятое животное может платить добром за добро, или оказывать услуги всем сородичам в любом случае, или нахально пользоваться чужой добротой, или в разных случаях поступать по-разному, то станет ясно, что одной формулой здесь не обойтись. Для описания подобных сложностей Дж.Мэйнард Смит предложил использовать математические модели эволюционных стратегий, опять же начисляя животному очки за помощь, полученную от другой особи, и вычитая — за труды, потраченные на помощь другим, или за то, что остался без помощи. Такие модели показывают, что произойдет с группой, состоящей из одних эгоистов, или из высоконравственных типов, всегда помогающих ближнему (эти будут жить прекрасно — до тех пор, пока среди них не появится эгоист, например в результате мутации), или из тех, кто следует принципу «как со мной, так и я», или из индивидов с различными уровнями альтруизма... Мэйнард Смит ввел термин «эволюционно стабильная стратегия» (ЭСС) — такая стратегия, которая не вытесняется другими и не приводит к гибели популяции, а способствует ее процветанию.

В популяции могут равновесно сосуществовать несколько разных стратегий. Прекрасный пример — те же пятнистобочные ящерицы, у которых драчливые «оранжевые» самцы, хитрые «желтые» и склонные к товариществу «синие», по выражению Синерво, без конца играют в «камень-ножницы-бумага»: «оранжевые» побеждают «синих», «синие» — «желтых», «желтые» — «оранжевых», в итоге численность каждой разновидности колеблется от сезона к сезону, и ни одна не побеждает окончательно.

Кстати, баллы баллами, но в реальной жизни альтруистическое поведение не всегда приносит пользу даже объекту альтруизма. Е.Н.Панов в своей книге «Бегство от одиночества» рассказал о наблюдениях израильского орнитолога Амоца Захави за говорушками. У этих птичек старшие дети, не имеющие собственной территории, могут остаться с родителями и помогать им выращивать птенцов, только вот помощь эта сопровождается «коммунальными сварами» и часто ведет к гибели яиц (см. «Химию и жизнь», 2003, № 5). Впрочем, у других видов птиц отношения в коммунах налажены хорошо, и помощь действительно повышает выживаемость потомства.

Так или иначе, по мнению сторонников генного отбора, распространение в популяции альтруизма решается на уровне генов. Вклад группового отбора в этот процесс, если есть, ничтожен, и преуспевание групп, состоящих из альтруистов, если и наблюдается (а может наблюдаться и обратное, вспомним о говорушках) — следствие генного отбора.

Многоуровневый отбор

Статью, реабилитирующую групповой отбор, под названием «Переосмысление теоретических основ социобиологии» Эдвард Уилсон написал в соавторстве с однофамильцем Дэвидом Слоаном Уилсоном из Бирмингемского университета. Она была опубликована в журнале «Quarterly review of biology» (декабрь 2007 года, т.82, № 4), а сокращенная версия — в «New Scientist». Ключевой вопрос статьи: не кажется ли ученому миру нелепым, что признаки, повышающие приспособленность группы по сравнению с другими группа-



ми, нам приходится объяснять действием внутригруппового отбора, хотя внутри группы альтруизм для индивида скорее вреден? И не потому ли это случилось, что говорить о межгрупповом отборе с некоторых пор стало немодно и опасно для научной репутации?

Еще Чарльз Дарвин в «Происхождении человека» писал: «Хотя высокие нравственные нормы дают мало преимуществ индивиду и его потомству или вовсе не дают его по сравнению с другими людьми того же племени... развитие высоких моральных стандартов, несомненно, дает огромное преимущество одному племени над другим». Дарвин же объясняет этот удивительный факт — распространение в популяции альтруистических признаков, невыгодных «в частной жизни», — действием группового отбора: альтруистические группы получали преимущества над группами, состоящими из эгоистов, и становились более многочисленными, распространяя тем самым и ген альтруизма. Кстати, в области профессиональных интересов Э.Уилсона это умозаключение подтверждается: колониальные перепончатокрылые в видовом отношении составляют два процента от всего биоразнообразия насекомых тропического леса, но если считать по биомассе, то на общественных насекомых приходится три четверти. Одинокорные виды и примитивные колонии конкуренции не выдерживают, как не могут всерьез конкурировать с человеком другие виды приматов.

Однако в 50–60-е годы взяла верх теория генного отбора: Дж.Холдейн, Дж.Мэйнард Смит, У.Гамильтон, наконец, Докинз как ученый и популяризатор и его последователи. Свою роль, безусловно, сыграли компьютерное моделирование и раскрытие молекулярной природы генов. Эволюционистам показалось, что ключи от живой природы у них в руках, и в самом деле новые подходы оказались плодотворными. Однако межгрупповой отбор хуже поддавался моделированию (просто в силу сложности: к подобной задаче было нереально подступиться, пока «машинное время» оставалось редким и дорогостоящим ресурсом). Да и в любом случае вклад его казался пренебрежимым: колебание численности групп — процесс медленный, влияющие их друг на друга сложно и неоднозначно, ведь кроме пищевой и территориальной конкуренции есть еще, допустим, обмен брачными партнерами... Стоит ли принимать всерьез этот мифический групповой отбор, если распространение удачной адаптации великолепно объясняется в терминах генного отбора?

Ответ Уилсонов: да, стоит, по крайней мере, в тех случаях, когда речь идет о генах социальных взаимодействий. Ведь эти гены по определению проявляются только на уровне группы. (Напомним, что для этологов и математиков даже две особи — уже группа, а семья из пяти особей — сложная система.) Хотя единица естественного отбора — безусловно, ген (странно было бы считать иначе спустя 50 лет после Уотсона и Крика), *мишенью* отбора может быть и особь, и социальная группа — смотря по тому, на какой признак действует отбор. Поэтому имеет смысл говорить о многоуровневом отборе (термин Д.С.Уилсона): какие-то гены распространяются в популяции за счет отбора на уровне индивидов, а другие — за счет отбора на уровне групп. Таким обра-

зом, общее направление эволюции социальных видов определяется как сумма двух векторов — наверняка разнонаправленных, и, возможно, более чем двух, если имеются несколько уровней социализации.

Маленький шаг от частного к общему

В 60-е годы было принято считать, что убедительных доказательств существования группового отбора нет. (А те наблюдения, которые как будто бы на него указывали, интерпретировались иначе, хотя бы через кин-отбор.) Теперь такие доказательства получены. Правда, пока на микроорганизмах, но ведь на них делались многие открытия.

У бактерии *Pseudomonas fluorescens* есть адаптация к среде, бедной кислородом: бактериальные клетки выделяют целлюлозу, которая всплывает и образует мат у поверхности, затем прикрепляются к нему и «дышат» в свое удовольствие. В культуре клеток могут быть как добросовестные изготовители матов, так и халявщики, которые прикрепляются к чужим матам. Стратегия халявщика явно выгодна: клетка может не тратить энергию на синтез спасательных средств, а спокойно питаться и делиться. Однако их количество в культуре никогда не возрастает чрезмерно. А причина проста: маты, перегруженные клетками-тунеядцами, тонут.

Между прочим, Докинз в комментариях к очередному изданию «Эгоистичного гена» писал: «Возможно, существует некий отбор более высокого уровня, «межЭСС»-отбор, благоприятствующий реципрокному альтруизму. На этой основе можно разработать аргументацию в пользу своего рода группового отбора, которая, в отличие от большинства теорий группового отбора, могла бы оказаться приемлемой». Он же, однако, чрезвычайно резко отреагировал на обмолвку в статье Уилсона, что, мол, Докинз признал свои ошибки в отношении группового отбора. Он написал Уилсона открытое письмо, которое опубликовал на своем сайте и в «Нью сайентисте», и потребовал извинений: «Я, как и следует ученому, всегда радуюсь, когда что-то заставляет меня переменить мнение, но это — не тот случай».

Возможно, читатель уже запутался: что они не поделили? Уилсон и Уилсон признают роль генов и кин-отбора (и не забывают упоминать, что колыбелью почти любого объединения животных была группа ближайших родственников), Докинз не возражает против группового отб... то есть, просим прощения, отбора более высокого уровня. Так из-за чего спор, кроме терминологии? Из-за движущей силы процесса.

Эдвард Уилсон вводит понятие major transition — переводим это как «качественный скачок», ведь слово «транзикация» уже занято генетиками. Все группы животных, давшие начало подлинным социальным объединениям, в какой-то момент переживают важное изменение: конкуренция между особями ослабевает, уступая место альтруистическим тенденциям, и с этого момента начинает действовать межгрупповой отбор. Именно таким образом одиночно живущие перепончатокрылые, осы и муравьи переходят к общественной жизни. Известны «промежуточные звенья» этого процесса, например пчела с Формозы *Braunsapis sauteriella*. У этого вида пчел матка откладывает яички в полых стеблях растений — примитивный аналог улья, зато о личинках уже заботятся рабочие пчелы, «отказавшиеся» от размножения. «Один маленький шаг пчелы, большой шаг всех перепончатокрылых», — комментирует Э.Уилсон.

И коль скоро этот шаг сделан, по мнению Уилсона, для социальных животных в формулу Гамильтона следует внести уточнение:

$$rb + b_e > c,$$

где b_e — благо для группы в целом — может во много раз превышать первый член неравенства, «разрешая» акты альтруизма, ранее невозможные.

Переход к альтруистическому поведению может быть обусловлен фенотипически (только питание определяет, станет ли самка-личинка рабочей пчелой или королевой), но может происходить и на уровне генов. Известен вид муравьев, завезенный в США из Южной Америки, который буквально на глазах у ученых перешел от «семейного» образа жизни с одной-двумя королевами к жизни в колониях, с большим количеством неродственных королев, и при этом муравьи перестали оборонять территорию от врагов. Причиной оказалась мутация в одном гене, отвечающем за распознавание запахов.

Примечательно, что «качественный скачок» по Уилсону должен был иметь место и в начале истории жизни на Земле (а именно при появлении многоклеточных), и в ее конце — при формировании человека разумного как вида.

Первые многоклеточные и первые люди

Очевидно, что клетки, объединяясь в колонию, должны перейти от конкуренции к кооперации: конкуренция между клетками одного организма, «эгоистическое» размножение отдельных клеток в ущерб целому ни к чему хорошему не ведет. Но это не означает, что «качественный скачок», приведший к многоклеточности, обязательно сопровождается истреблением всех эгоистов в колонии.

Новозеландский микробиолог Пол Рейни, исследовавший *Pseudomonas fluorescens*, утверждает, что прообраз первого многоклеточного можно увидеть именно в бактериальном мате, который населен тружениками, синтезирующими целлюлозу для нужд колонии, и бездельниками, занятыми только размножением (Paul B. Rainey, «Nature», 2007, т.446, с. 616). Ведь если подумать, размножение в природе — отнюдь не безделье, а самое главное дело. И клетки, не занятые строительством мата (а значит, прикрепленные к нему менее прочно) и сберегшие все силы для деления, могли бы взять на себя роль половых клеток — производить клетки, которые не останутся на мате, а уплывут, чтобы дать начало новым колониям. А строители мата будут играть роль соматических клеток, обеспечивающих рост «тела» колонии и процветание половых клеток. Но при этом, конечно, разница между «соматическими» и «половыми» клетками должна стать ненаследуемой: генетически они должны быть одинаковы, а различия в «поведении» будут относиться к сфере модификационной изменчивости. (Допустим, клетка, оказавшаяся в одиночном плавании, будет запрограммирована таким образом, чтобы при делении одна из ее половинок непременно занялась строительством мата, как и все ее потомки, а новая половая клетка появлялась на свет не чаще чем раз в шестнадцать делений. Пока «эгоистов» мало, они полезны для колонии, в них, можно сказать, ее будущее — вреден только их переизбыток.) На этом этапе групповой отбор опять сменится индивидуальным, потому что группа превратится в организм.

В социальных группах приматов положение иное, но в чем-то сходное. Палеоантропологи утверждают, что ситуация, описанная Джеком Лондоном в повести «До Адама», когда один негодяй терроризировал все свое племя, вряд ли могла иметь место. На самом деле в первобытных племенах существовал эгалитаризм — принудительно установленное равенство и ограничение производства отдельных самых приспособленных внутри группы. (Тут уместно вспомнить, что любая сложная система вырабатывает механизмы, контролирующие поведение членов группы. Возьмем хотя бы иммунную систему и апоптоз, которые истребляют клетки, ненужные или вредные для организма, или отношение рабочих пчел к сестрам, увиливающим от работы.)

Между прочим, хотя члены группы «в среднем» всегда будут генетически более близкими между собой, чем с предками других групп, очень маловероятно, чтобы все



Вот как выглядит та самая мармозетка, она же игрушка, способная на бескорыстные поступки

члены группы были близкими родственниками. А если бы и были, вряд ли это пошло бы им на пользу: браки между родственниками ведут к вырождению. Скорее всего, даже в маленьком человеческом роде-племени вместе шли на охоту не только родные братья, но и сводные, и двоюродные, и четвероюродные, и вовсе не родственники, и это же касается женщин, смотревших за очагом и детьми. Однако для того, чтобы выжить, приходилось придерживаться правила: каждый член племени вправе рассчитывать на помощь каждого, вне зависимости от коэффициента родства и от того, кто сильнее. Правда, человека из соседнего племени при определенных условиях могли считать не просто врагом, а вообще нелюдем и поступать с ним соответственно...

На это можно возразить, что законы племени или моральные нормы — ни в коей мере не генетическое приобретение, а нечто из области культуры. Недаром в сказках всех народов мира гораздо чаще говорится о том, что надо делиться едой и не предавать товарищей, чем о том, что нехорошо убивать своих детей или вступать в брак с родной сестрой (хотя и про это тоже есть сказки). Если бы неродственный альтруизм был заложен в нас генетически, не было бы нужды в наставлениях! Но на самом деле одно не исключает другое: предрасположенность к альтруизму не означает жесткого детерминирования.

Кстати, некоторые экспериментальные данные указывают на то, что «гены альтруизма» у приматов действительно существуют. У человека врожденные компоненты поведения обычно выявляют с помощью экспериментов на близнецах — так вот, при решении задач, где можно было делиться или не делиться заработанными очками с незнакомым напарником, отношение к напарнику было гораздо более сходным у близнецов, чем у неидентичных братьев и сестер (так что на влияние среды это сходство не спишешь). Значит, генетический компонент учитывать все-таки надо.

Только мы и мармозетки?

Если кому-то это доказательство покажется недостаточным — недавно были получены интересные экспериментальные данные об альтруизме у мармозеток *Callitrix jacchus* («Proceedings of the National Academy of Science of the USA», 2007, т. 104, № 50). Эти обезьянки не принадлежат к высшим приматам, не отличаются высоким интеллектом и вряд ли рассказывают своим детенышам сказки о жадных и добрых братьях. Конечно, у них наверняка существует обучение определенным формам поведения, но в такой ситуации, которую придумали для них экспериментаторы, мармозетки до того не бывали. Две обезьянки сидели в смежных клетках,

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

друг другу ничего передавать не могли, но одна из них могла подтягивать к клеткам тележку, пища из которой всегда доставалась второй. И мармозетки соглашались это делать. Не обязательно ради родственников — в соседней клетке могла сидеть и совершенно не родная обезьяна. Не потому, что надеялись когда-нибудь сами ухватить добычу — специальные меры позволяли думать, что мармозетки до конца осознали все коварство ученых. Не от скуки — если в соседней клетке никого не было, тележка интересовала их гораздо меньше. И даже не в надежде на ответную услугу и не потому, что сосед просил их об этом! Просто так...

Статистическая обработка экспериментальных данных подтвердила: мармозеткам присущее странное стремление делать добро ближнему, несмотря на то что у них нет выдающихся умственных способностей и они едва ли строят в своем сознании внутреннюю модель сознания другого. (До сих пор считалось, что именно это позволяет людям быть подлинно альтруистичными существами.) У других видов приматов (пока?) ничего подобного не обнаружено, мы с мармозетками уникальны в своем альтруизме. Как предполагают авторы исследования, это может быть связано с тем, что у мармозеток, как и у людей, принято коллективно заботиться о детях, не разбирая кто чей: это свойство тоже достаточно редкое. Складывается впечатление, что, говоря об альтруизме, сбрасывать со счетов гены и отбор все-таки рано.

Конечно, когда наши предки ступили на путь социализации, законы и моральные нормы должны были появиться, чтобы поддерживать полезную адаптацию. Однако, по мнению Э.Уилсона и Д.Уилсона, первичной была все-таки предрасположенность к сотрудничеству вместо конкуренции, закрепленная межгрупповым отбором. И для того, чтобы обслуживать новую для приматов способность к кооперации, возникли все прочие адаптации, служащие общению между людьми. А это и наш уникальный мозг, и речевые способности, и человеческий глаз, в котором видны радужка и белок (именно он придает нашему взгляду особую выразительность, у шимпанзе глаза совсем другие), и умение указывать пальцем и смеяться в компании...

Получается, что влияние группового отбора на генетику отнюдь не пренебрежимо мало. И пускай «качественные скачки», преобразующие индивидов в группу, происходят редко, не считается с ними нельзя. «Себялюбие побеждает альтруизм внутри группы. Альтруистические группы побеждают группы себялюбцев» — так заканчивают свою статью Э.Уилсон и Д.Уилсон.

Кто же все-таки прав? Пока, наверное, рано делать выводы. Читая отповедь Докинза Уилсонам на сайте журнала «New Scientist», комментаторы сравнивают происходящее с боксерским поединком: один опасается, что нокаутированной в этом поединке окажется наука, другой уверяет, что битвы идей науке всегда на пользу, «и пусть победит лучший мем»... Помнил ли шутник, что, согласно тому же Докинзу, «лучший», то есть наиболее живучий, мем — не всегда самый истинный?





Т. М. Турпаев

Доктор
биологических наук
Д. А. Сахаров

Физиолог Турпаев

1

Две причины побуждают автора рассказать о московском физиологе Тигране Мелькумовиче Турпаеве (20 октября 1918 — 26 октября 2003).

Главная — Турпаеву крупно недодано. Внешне все обстояло пристойно, он был академиком, возглавлял престижный институт, его мнение ценили в профессиональной среде. Но заслуженная им слава прошла стороной. За пределами российской физиологии ни один специалист не подозревает, что некое крупнейшее достижение биомедицины XX столетия связано с именем Турпаева. И даже на родине о вкладе Турпаева в науку по-настоящему знают немногие.

Вторая причина личная: лестно и приятно читать старшего товарища, с которым меня связывают десятилетия общей работы, даже общего быта — на биостанции, а то и в экспедиции.

2

Предметом Т. М. Турпаева были механизмы нервной регуляции. В этой обширной области его интересы фокусировались на молекулах, с помощью которых исполнительные структуры нашего тела принимают распоряжения нейронов (нервных клеток).

Поясню основные понятия этой области нейрофизиологии. Для передачи своих распоряжений нейрон выстреливает в пространство, называемое межклеточной средой, специальным веществом — посланником, посредником, передатчиком. В межклеточной среде посланнику надлежит добраться до адресата — клетки-мишени. Мишенями могут быть другие нейроны, мышечные, железистые, короче, любые клетки. Добираться носителю послания до адресата никто не помогает, он это делает сам, посредством диффузии. Примерно так же кусочек рафинада, брошенный на дно стакана, дает о себе знать на поверхности: выждав разумное время, мы можем засвидетельствовать успех диффузии, если высунем кончик языка и коснемся воды вкусовыми рецепторами. В нервной системе расстояние, которое должен пройти до рецептора посланник нейрона, примерно в 10 миллионов раз меньше, чем в стакане от дна до поверхности; соответственно меньше времени тратится на диффузию.

В разные годы и в разных научных сообществах для обозначения веществ-посланников применялись разные термины: нейрогуморальные факторы, медиаторы, нейротрансмиттеры, синаптические передатчики. Терминологический разнобой отражал неоднозначность представлений о нервной системе, но более — смятение чувств. Чувства приходили в смятение оттого, что слишком уж быстро исполняются иногда распоряжения нейронов. Физиологам долго казалось, что такую немислимую скорость может обеспечить только электричество. Переучиваться пришлось многим — но не Турпаеву.

Для того чтобы вещество-посланник выполнило свою функцию, мишень должна принять послание, то есть обладать приемным устройством. Такие приемники называют клеточными

рецепторами. Таланту и трудолюбию Т.М.Турпаева физиологическая наука обязана современным ответом на вопрос, что собой представляют клеточные рецепторы, ответственные за прием нервных сигналов.

3

В наши дни, когда охарактеризованы и классифицированы многие десятки клеточных рецепторов, уже трудно представить, что к середине XX столетия, то есть совсем недавно, лишь немногие физиологи сумели преодолеть веру во всеислие электричества. Она казалась незыблемой. Но и потерявшие эту веру туманно представляли себе реальность. Способность живых клеток реагировать на химический нервный сигнал они приписывали наличию некоей «рецептивной субстанции», предметного представления о которой никто не имел. Прогресс стал возможен лишь после того, как нашелся человек, который (а) выделил одну из «рецептивных субстанций», (б) доказал, что это индивидуальная белковая молекула, и (в) продемонстрировал, что выделенный им белок реагирует со своим природным посланником *in vitro* — в пробирке. Человеком этим был Т.М.Турпаев, «субстанцией» — мускариновый холинорецептор сердца лягушки, посланником — ацетилхолин. За прорывом в фундаментальных представлениях о природе нервной регуляции, естественно, последовало мощное обновление арсенала лекарственных средств.

Слепому очевидно, что достижение с такой научно-практической значимостью достойно Нобелевской премии. Куда там! Хронически политизированный Нобелевский комитет в упор не видел достижений советских ученых. Добавим, что доказательства белковой природы холинорецептора Тигран Мелькумович опубликовал в период «холодной войны», когда взаимное неприятие капиталистического Запада и социалистического Востока стало особенно ожесточенным. Достаточно сказать, что в своей итоговой монографии «Медиаторная функция ацетилхолина и природа холинорецептора» Тигран Мелькумович был вынужден скрыть, что результаты первых, еще аспирантских, успешных исследований по рецепции ацетилхолина он и его научный руководитель Х.С.Коштыянец опубликовали в Лондоне, в самом авторитетном международном научном журнале «Nature». Статья увидела свет в 1946 году (т.158, № 4023, с.837—838), то есть сразу после победы, когда Москва и Лондон еще немного грелись теплом военного союзничества. Но задули ветры «холодной войны», и все изменилось. Коштыянец пытался спасти положение, водил нас за руку в Общество дружбы СССР—Великобритания, устроил там серию замечательных вечеров — тщетно.

Атмосфера ожесточения оказалась комфортной для разоблачителей, умевших извлекать личные выгоды из чужой публикации за рубежом; факт публикации могли раздуть до политических обвинений, и, как свидетельствует опыт той эпохи, никакие научные заслуги, никакие фронтовые награды не помогали без вины виноватому отмыться. Так



*Сотрудники навещают
Х.С.Коштоянца в Узком,
в клинике Академии наук.
Слева направо: Р.Л.Митрополитенская,
С.Н.Нистратова, Х.С.Коштоянц,
М.Н.Монина, Т.М.Турпаев*



ПОРТРЕТЫ

что упоминаний о той статье в «Nature» не найти не только в монографии Т.М.Турпаева, но и в трудах Х.С.Коштоянца.

Жизнь советского ученого была непростой. Однако жили и делали науку, и зачастую она была хорошей.

4

Даты жизни Т.М.Турпаева красноречивы. Родившись всего через год после Октябрьской революции, он оказался ровесником советской власти, на фоне которой и развивалось его научное творчество — со всеми вытекающими из этого факта специфическими последствиями.

Родина Тиграна Мелькумовича — Астрахань, город, в котором русское население издавна мирно уживалось с многочисленными согражданами татарского и армянского происхождения. Возможно, с этим связана одна из привлекательных черт личности Тиграна Мелькумовича — терпимость.

Тигран Мелькумович Турпаев родился в интеллигентной, весьма обрусевшей армянской семье. Согласно семейному преданию, одним из предков Турпаева был великий ашуг (то есть поющий поэт) Саят-Нова (Арутюн Саядян, 1712–1795); по этой причине накануне круглой даты Саят-Новы, случившейся в 1995 году, художники и скульпторы охотились за Тиграном Мелькумовичем, черпая в облике современного физиолога представление о внешности средневекового поэта. К радости работников кисти и резца, Тигран Мелькумович был аристократично красив, так что своим внешним видом он не навредил знаменитому предку.

Вскоре после рождения Тиграна семья переехала из Астрахани в Москву, где его отец стал преподавать в Мосрыбвтузе. Кроме Тиграна в семье был еще один сын. В Москве Т.М.Турпаев получил среднее образование, а затем, в 1941 году, и высшее. Едва он окончил биологический факультет МГУ и стал обладателем диплома физиолога, как началась Великая Отечественная война. Братья Турпаевы стали ее участниками.

Воевал Тигран Мелькумович в основном на мотоцикле — он был бойцом мотоциклетного разведывательного батальона 1-й Гвардейской танковой армии, которая начала свой путь под Москвой и окончила в Берлине. Участие Турпаева в войне отмечено боевыми наградами, названия некоторых его медалей красноречивы: «За оборону Москвы», «За освобождение Варшавы», «За взятие Берлина».

В победном 1945 году Турпаев стал членом коммунистической партии. К этому не его одного побуждали уроки войны, в ходе которой на всем пространстве подчиненной Гитлеру Европы только коммунисты проявили готовность к жертвенной, бескомпромиссной борьбе с коричневой чумой — будь то на нашей земле, в Югославии, Греции или Италии.

Преданность фронтовому братству, живейший интерес к опыту войны, особенно к истории своей воинской части, Т.М.Турпаев сохранил на всю жизнь, однако ненависти к

бывшему противнику из войны не вынес. Казалось, он вообще был лишен способности ненавидеть.

Автору этих строк довелось быть свидетелем любопытного эпизода, имевшего некоторое отношение к боям за Берлин, в которых Тигран Мелькумович Турпаев принимал участие. Однажды гостями нашего института оказалась знаменитая чета — Эрнст и Элизабет Флори. Заслуги супругов перед нейробиологией широко известны, достаточно сказать, что они пополнили список классических нейротрансмиттеров гамма-аминомасляной кислотой. С именем Эрнста Флори (1927–1997) связано также учреждение популярных в мировой науке Геттингенских нейробиологических конференций. Было известно, что Флори воевал во Второй мировой войне на стороне фашистов, его покалеченная правая рука невольно привлекала наши взгляды, это сразу создавало напряжение. Приходили на ум слухи, что наш гость был летчиком и бомбил осажденный Ленинград. (Этой версии, оказавшейся ошибочной, придерживался наш общий друг, ленинградский фармаколог профессор М.Я.Михельсон.) После войны Флори сделал яркую научную карьеру в США, а незадолго до визита к нам вернулся в Европу, став деканом университета в Констанце (Германия). Короче, в один прекрасный день мы с Турпаевым повезли гостей смотреть Новодевичий монастырь. В машине Эрнст Флори предавался воспоминаниям о войне — рассказывал, как незадолго до капитуляции Германии его, подростка, отправили оборонять Берлин в окопе у Франкфурта-на-Одере. Я слегка pokrылся потом, ибо знал, что именно у Франкфурта-на-Одере, по другую сторону огня, находился в те дни Турпаев, потерявший, кстати, на войне единственного брата. Если бы Турпаев занервничал, я бы его, на-



Симпозиум в Тихани. Справа — Эрнст Флори

верно, понял. Но ничего не произошло, Тигран Мелькумович остался ровным и доброжелательным, обеспечив на годы вперед дружбу нашего коллектива с одним из выдающихся зарубежных коллег.

Вдобавок выяснилось, что мы родня: Флори, подобно Турпаеву и мне, оказался «внуком» профессора Германа Иордана (1877–1943), основателя первой в мире кафедры сравнительной физиологии, погибшего в 1943 году в амстердамском гетто в ходе выполнения фашистской про-

граммы по улучшению человеческой породы. У Иордана в 1930–1931 годах стажировался Х.С.Коштоянц, ставший едва ли не самым любимым учеником utrechtского профессора, который на этой почве даже начал брать уроки русского языка. Тогда же, в начале 30-х, аспирантом Иордана был голландец Вирсма, приятель Коштоянца, после войны работавший в США, где одним из его учеников стал Эрнст Флори. Мир науки тесен.

Для лучшего понимания генеалогии Турпаева остается добавить, что сам Иордан провел молодые годы на Неапольской зоологической станции, где был ассистентом ее директора Антона Дорна (1840–1909), одного из самых преданных последователей и почитателей Дарвина. Сравнительной физиологией Иордан и занялся по настоянию Дорна, под чьим руководством выполнил прекрасную работу по физиологии локомоции плавающего морского моллюска аплизии (1901). Пересчитав звенья цепочки, приходим к заключению, что Чарльзу Дарвину Т.М.Турпаев приходится прямым «праправнуком».

5

Турпаев, наверное, выбрал научным руководителем Х.С.Коштоянца еще до войны, просто война отодвинула реализацию этого решения. Демобилизовавшись, Турпаев немедленно нашел Коштоянца и поступил к нему в аспирантуру.

К такому выбору Тигран Мелькумович пришел, однако, непрямо. Пришлось преодолеть специфические трудности, с которыми сталкивались многие студенты-физиологи Московского университета. Расскажу об этом, частично обращаясь к собственным наблюдениям и собственному студенческому опыту.

Летом 1952-го или 1951 года нас, нескольких студентов кафедры физиологии человека и животных Московского университета, направили на практику на Кропотовскую биологическую станцию Академии наук. Здесь не важно, какой точно был тогда год, а важно то, что упоминаемые события происходили еще при жизни И.В.Сталина, то есть в самый разгар весьма жесткого, с репрессиями, давления советского государства на естественные науки. Напомню, что на сессии ВАСХНИЛ 1948 года под запретом оказались представления современной генетики и теории эволюции, а вскоре вслед за тем с трибуны так называемой Павловской сессии 1950 года прозвучали заявления, обличавшие химические передатчики как измышление буржуазной науки, не менее вредоносное, чем ужасные гены. Таким был фон, на котором мы, клочковато обученный молодняк, прибыли на природу. Руководить нами академический институт поручил Турпаеву (тогда мы с ним и познакомились).

В то лето в Кропотове потаенно работал знаменитый наш генетик Борис Львович Астауров (1904–1974). «Ну что, — спросил он нас с улыбкой, — на биофаке все еще учат, что никакого гена нет? Ну-ну...»

Турпаев задал похожий вопрос: «Ну что, Удельнов все еще учит, что нервная система обходится без химических посредников? Давайте вместе и проверим».

Вопреки экспериментальным результатам мировой науки, доцент Удельнов в самом деле утверждал на своих лекциях, что тормозящие нервы сердца вызывают урежение биений электричеством, а считающийся посредником ацетилхолин не способен урезать биения.

Мы отправились ловить лягушку, но попался уж, у которого Тигран Мелькумович ловко выделил ритмоводящую область сердца — венозный синус. Приладив препарат так, чтобы каждому было хорошо видно, Тигран Мелькумович



Х.С.Коштоянц

продемонстрировал нам тормозные эффекты ацетилхолина на сердечный ритм. Урок мы запомнили, Турпаева зауважали. Он помог нам уразуметь, что не всякое авторитетное слово содержит истину — даже слово, услышанное от симпатичного лектора на любимой кафедре. Сам Турпаев это уразумел тоже студентом, притом в прямом противостоянии между результатом собственного эксперимента и декларациями Удельнова.

Кафедра физиологии человека и животных Московского университета, на которой учился Тигран Мелькумович, была в его довоенные студенческие годы (как и в мои послевоенные) ареной увлекательного соперничества за умы, сердца и рабочие руки студентов. Соперниками выступали главные фигуры коллектива, а именно профессор Х.С.Коштоянц (1900–1961), который заведовал кафедрой, и два ее доцента (позже они тоже стали профессорами) — М.В.Кирзон (1901–1984) и М.Г.Удельнов (1905–1986). Каждому студенту предстояло определить свое научное будущее, сделав осознанный (или хотя бы за компанию с друзьями) выбор между тремя менторами, тремя стилями руководства и творческого поведения.

Марк Викторович Кирзон, представлявший на кафедре питерскую нервно-мышечную школу, выделялся среди этой тройки как лектор. Сама питерская школа, бесславно потратившая многие годы на изучение мнимостей, уже дышала на ладан, но Марк Викторович излучал энтузиазм и энергию. Свои лекции он читал громко, внятно, патетично, с некоторым, как бы орлиным, клекотом. Во всей манере поведения Марка Викторовича чувствовалась непринужденная солидность масштабного ученого. Иногда, рассказывая об очередном достижении кого-то из звезд мировой науки, он с досадой восклицал: «Ведь это же я, я должен был сделать такой эксперимент!» — и новичкам казалось, что да, это он, Марк Викторович, непостижимым образом упустил крупное открытие. Пообтеревшись на кафедре, студенты с удивлением обнаруживали, что ни крупных, ни мелких открытий за ним не водится. В этих обстоятельствах намеки Марка Викторовича на его грандиозные секретные разработки для армии вызывали разве что улыбку.

Марка Викторовича раскусить было нетрудно, автора этих строк его величественные манеры очаровывали разве что на первом курсе — тогда я беззаботно пошел к нему делать курсовую работу, чтобы уже через год сбежать. Очевидно, что умный Турпаев никак не мог избрать Марка Викторовича своим научным руководителем.

Раскусить Михаила Георгиевича Удельнова, который считался специалистом по физиологии сердца, было, напротив, совсем непросто, многие на этом сломали зубы. Михаил Георгиевич являл собой обаятельный тип тихого сельского чудика — изобретателя вечного двигателя. В отличие от Кирзона и Коштоянца, Удельнов всегда на моей памяти пребывал в окружении восторженных почитателей и почитательниц, которых привлекал не столько ученостью, сколько добрыми чертами лица и простым, общительным поведением. Весь облик Михаила Георгиевича располагал к тому, чтобы его заглазно и в глаза называли Михалыгорычем. Он с удовольствием делил с учениками-поклонниками часы досуга, возил их в какие-то дебри на охоту, улыбочиво помалкивал у котелка с лесным варевом, и все такое. За голубизною прищуря, за открытым, приветливым характером как-то не замечалось, не хотелось замечать, что в науке и преподавании доцент Удельнов подобен знаменитому Трофиму Денисовичу Лысенко, ибо фанатично предан собственным фантазиям и не способен признавать очевидные факты.

К примеру, Удельнов утверждал, что живая клетка сама по себе не может



М.В.Кирзон

генерировать ритмическую активность — для генерации ритма якобы необходимо, чтобы клеток было две и чтобы они соприкасались («теория дуплета»). Как же так? — удивлялись все, кто сохранил способность удивляться. Одноклеточная инфузория только и делает, что генерирует различные ритмы. Да и в знакомой Удельнову ритмоводящей области сердца — разве не то же самое? Можно разобщить ее на отдельные клетки, и каждая, уже в одиночку, продолжает ритмически сокращаться. Так откуда берется сердечный ритм?



М.Г. Удельнов

На недоуменные вопросы Михаил Георгиевич отвечивал доброй улыбкой. Ему говорили о фундаментальности автоколебаний — он комментировал невнятицей. Его просили разъяснить «дуплет» хотя бы теоретически — он нес околесицу. Но это куда ни шло. Самым тяжким проявлением упертости Михаила Георгиевича было отрицание химических посредников. Через 20, 30, 40 лет после доказательных экспериментов Отто Леви и гениальных прозрений Александра Филипповича Самойлова Удельнов продолжал твердить, что вся сила в электричестве — нет и быть не может никаких химических посредников!

При этом Михалыгорыч вовсе не имел отношения к тем конъюнктурщикам, которые боролись с «буржуазными» химическими посредниками из корыстных соображений. Он был честным ученым (к сожалению, слабоватым) и преданным фанатиком идей (к несчастью, беспочвенных). А ближе к концу жизни проявил недюжинное мужество и признал свою неправоту. Кто я ему? — всего лишь бывший студент, а Михаил Георгиевич нашел подходящий случай подойти ко мне и сообщить о своем поражении. На такое не каждый способен.

Но до признания Удельновым своей неправоты было ой как далеко в студенческие годы Турпаева. И интрига заключалась тогда в том, что изучением несуществующих, с точки зрения Михалыгорыча, химических посредников занимались его товарищи по кафедре, которые делали это лучше, продуктивнее, перспективнее других преуспевающих коллективов мировой науки. Доцент Удельнов искренне считал такие исследования лженаукой. Что было делать юному студенту, кому верить? Доброхоты Удельнова полупрозрачными намеками давали понять, что на кафедре процветает лженаука и что заниматься лженаукой Коштыянцу дозволено только потому, что он коммунист. Если ты не дурак, уразумей, что, выбрав руководителем Коштыянца, сделаешь непоправимую глупость. Всю жизнь себе искалечишь!

Тигран Мелькумович рассказывал мне, что поначалу внял этим уговорам и примкнул к пастве Удельнова.

Коштыянец в самом деле был коммунистом, притом не карьерным, а искренним. Для него действительно важно было сознать, что, не совершись в России революция, ему б не видеть науки как своих ушей. Удельнов с Кирзоном тоже, кстати, происходили из тех человеческих пластов, для которых путь в науку был открыт 1917 годом, но из всех троих только в Коштыянце ощущалась сыновья за это благодарность. Ею, как мне кажется, питался его очень личный интерес к диалектическому материализму. (Эта философская система изрядно скомпрометирована тем, что советское государство канонизировало ее в качестве официальной идеологии, а вообще-то она, думается, не дурее других.)

Также единственный из всей тройки, Коштыянец не проявлял специальных забот о своей привлекательности. Он держал дистанцию, не чаруя студентов ни красноречием, ни панибратством. Лекции его были неровными: на одних он зажигался и выглядел достойно, на других откровенно скучал. Он мог месяцами не уделять ни малейшего внимания своим подопечным, полагая, что со всеми возникающими



ПОРТРЕТЫ

трудностями каждый должен справляться сам, а с него как руководителя достаточно того, что он дал дипломному или аспирантскому исследованию начальный импульс. Самый импульс не всегда был доступен пониманию, он мог питаться единственно интуицией Коштыянца, то есть подсознательным сближением прецедентов. Такой стиль работы мало кого устраивал. И уж вовсе невозможно было студенту или даже зрелому исследователю предчувствовать, что очень скоро, на глазах одного поколения, вся мировая наука дружно и как бы спонтанно усвоит постулаты Коштыянца о биологических предпосылках и химической основе нервной деятельности.

Об открытиях и предвидениях Коштыянца я детально рассказал в 3-й главе нашей с Н.М. Артемовым книги о нем (Артемьев Н.М., Сахаров Д.А. Хачатур Седракович Коштыянец. М.: Наука, 1986) и здесь не буду повторяться. Повторю лишь вопрос, на который не знаю ответа: почему, будучи руководителем кафедры, Коштыянец лелеял на ней яростного и упертого ненавистника химических посредников Удельнова? Надеялся услышать конструктивную критику? Или считал важным, чтобы соперничество разных концепций нервной регуляции протекало на глазах у студентов?

6

Занятно, что в известной книге С.Э. Шноля «Герои и злодеи российской науки» ситуация перевернута с ног на голову. Фантазер Удельнов подан большим ученым, новатором и даже как бы мыслителем. Напротив, о щедром вкладе Коштыянца в отечественную и в мировую науку у Шноля ни словечка — будто знать не знает.

Это круто.

С Удельновым более или менее понятно. Думаю, что профессор Шноль просто доверился кому-то из удельновских клеветников, а раскрыть удельновскую монографию о физиологии сердца поленился. Иначе при виде написанного у него, квалифицированного биофизика, глаза, как говорится, полезли б из орбит.

С Коштыянцем, к сожалению, еще понятней. Демонстративное небрежение, к сожалению великого физиолога имеет хорошо известную подоплеку, которая представляется Шнолю, и не только ему, моральной. Дело в том, что в 1939 году Коштыянец входил в состав комиссии, рассмотревшей и осудившей отечественные работы по так называемому улучшению человеческой породы. Эти работы, в интерпретации Шноля, «послужили главным предлогом для преследования Кольцова». Неадекватность слов «предлог» и «преследование» очевидна каждому, кто знает, чем обернулись столь увлекавшие профессора Кольцова разработки главных улучшателей человеческой породы — берлинских евгеников. Следует тем не менее признать, что заключение комиссии помешало великому нашему биологу, члену-корреспонденту Академии наук СССР Николаю Константиновичу Кольцову, стать полным академиком. Это несостоявшееся повышение академического статуса бескомпромиссный профессор Шноль приравнивает к ужасающей казни Джордано Бруно, которого, как мы помним, живьем сожгли

Доктор биологических наук Дмитрий Антонович Сахаров — нейробиолог, специалист по элементарным механизмам поведения, лауреат премии им. Л.А.Орбели. Мы знаем его и как поэта (под псевдонимом Дмитрий Сухарев). На стихи Дмитрия Антоновича написали наши любимые песни В.Берковский, С.Никитин, Г.Шангин-Березовский, А.Дулов и другие. С творчеством Д.А.Сахарова можно познакомиться на сайте <http://sukharev.lib.ru/>. Там же вы можете прочитать окончание статьи о Турпаеве.



ПОРТРЕТЫ

на костре. За такие черные дела члены комиссии, то есть Коштыянец и «ряд других столь же симпатичных лиц», названы ни много ни мало судом инквизиции.

Бог ему, Шнолю, судья.

7

К сожалению, не могу вспомнить, каким был эксперимент студента Турпаева, открывший ему глаза на Михалыгорыча, раба своих фантазий. Помню только, что, рассказывая об этом эпизоде по прошествии многих лет, Тигран Мелькумович продолжал удивляться тому, как сильно и искренне сердился Удельнов на турпаевские результаты, которые шли вразрез с его, Удельнова, представлением о природе вещей.

Итак, демобилизовавшись в 1945 году из армии, Тигран Мелькумович поступил в аспирантуру в лабораторию Х.С.Коштыянца.

Основанная Коштыянцем в 1929 году при Биологическом институте имени К.А.Тимирязева, лаборатория сравнительной физиологии пережила несколько перемен институтского грифа, сохранив в неизменности собственное название и претерпев внутреннюю эволюцию идей. К тому моменту, когда в ее коллектив влился недавний фронтовик, аспирант Турпаев, лаборатория входила в состав Института эволюционной морфологии Академии наук СССР и занималась не столько сравнительной, сколько биохимической физиологией. О характере этих занятий можно судить по названию доклада, сделанного Коштыянцем тогда же, в 1945 году, на юбилейной сессии академии: «Нервное возбуждение и химическая динамика клеток».

8

В годы войны раненых спасали чем бог послал. В качестве антисептического и дезинфицирующего средства бог послал фронтовым медицинским работникам раствор сулемы — двухлористой ртути. Безотказная сулема кого-то спасла, а кого-то, наверно, погубила, ибо она не только высокоактивна, но и высокотоксична. Но ничего надежней и доступней не было тогда ни в полевых условиях, ни в прифронтовых госпиталях.

Коштыянец предложил аспиранту Турпаеву проверить, как подействует сулема на сердце лягушки.

Легко представить, как вытянулись лица членов ученого совета, курировавшего аспирантские темы. Дезинфицировать сердце лягушки? Кому и зачем это надо?! Опять, дескать, Коштыянец чудит.

Результат предпринятой Турпаевым проверки не заставил себя ждать: сердечко, обработанное сулемой, сохранило нормальные биения, но утратило способность к выполнению указаний мозга. Оно не реагировало на стимуляцию тормозящего (блуждающего) нерва и не отвечало на ацетилхолин — посредник тормозных нервных влияний.

Сказать, что результат испытаний оказался интересным, значит ничего не сказать — он оказался изумительным. Сулема, банальный блокатор сульфгидрильных групп белковой молекулы, избирательно вывела из строя аппарат, обеспечивающий прием нервного сигнала.

Турпаев стремительно развил успех, показав, что действие сулемы сохраняет избирательность только в строго определенном диапазоне концентраций. Благодаря этому сразу же обозначился простой и эффективный путь, сулящий изоляцию и последующую идентификацию неизвестного аппарата рецепции.

Грядущий прорыв представлялся настолько очевидным, что предварительные данные Коштыянца и Турпаева были немедленно опубликованы в «Докладах Академии наук» и, о чем я уже упоминал, в лондонском журнале «Nature». Намешникам пришлось утереться, а Турпаев на полтора десятилетия обеспечил себя осмысленной и продуктивной работой. Ее этапы он подытожил в двух диссертациях, кандидатской (1951) и докторской (1961), а также в уже упоминавшейся монографии. На поздних стадиях этой работы неизменным ее участником была Серафима Николаевна Нистратова — аспирант, позже ближайший сотрудник Турпаева.

17 марта 1961 года, меньше чем за месяц до своей неожиданной кончины, Х.С.Коштыянец, успевший ознакомиться с монографией Турпаева в рукописи, выступил с большой лекцией в рамках ежегодных Баховских чтений; в ней он привлек внимание коллег к наиболее перспективным результатам своего коллектива. Белковой природе рецептора ацетилхолина был посвящен один из главных разделов лекции.

Особенно импонировала Коштыянцу системность экспериментов Турпаева. В самом деле, Турпаев был исключительно строг и изобретателен как экспериментатор. Его методические ухищрения восхищали, его придирки к себе порой зашкаливали, а контрольные эксперименты всегда носили исчерпывающий характер. Педантичность Турпаева замечательно сочеталась с вдохновенными импровизациями Коштыянца, что и обеспечивало успех совместной работы.

Нужно заметить, что у вдохновения Коштыянца тоже была надежная основа. Меньше всего их можно назвать идеями, взятыми с потолка. В частности, в книге, посвященной Коштыянцу, я рассказал о предыстории сулемы: поиск модели, которая позволила бы проанализировать механизм, обеспечивающий связь между регуляторным влиянием нерва и химизмом эффектора, Коштыянец начал вести еще за 12 лет до поступления Турпаева в аспирантуру. Сулема появилась не на голом месте.

Результат Турпаева долго оставался единственным в мировой науке. Положение радикально изменилось только после прихода в нейробиологию методов молекулярной биологии. Рецепторных белков сразу стало много, и ныне этот раздел науки — важная составная часть нормальной и патологической физиологии нервной системы.

Что еще можно прочитать о медиаторах

Турпаев Т.М. Медиаторная функция ацетилхолина и природа холинорецептора. М.: Изд-во АН СССР, 1962.

Сахаров Д.А. Медиаторы и медиаторщики. В кн.: Кибяков А.В., Сахаров Д.А. Рассказы о медиаторах. М.: Знание, 1978. С. 3—54.

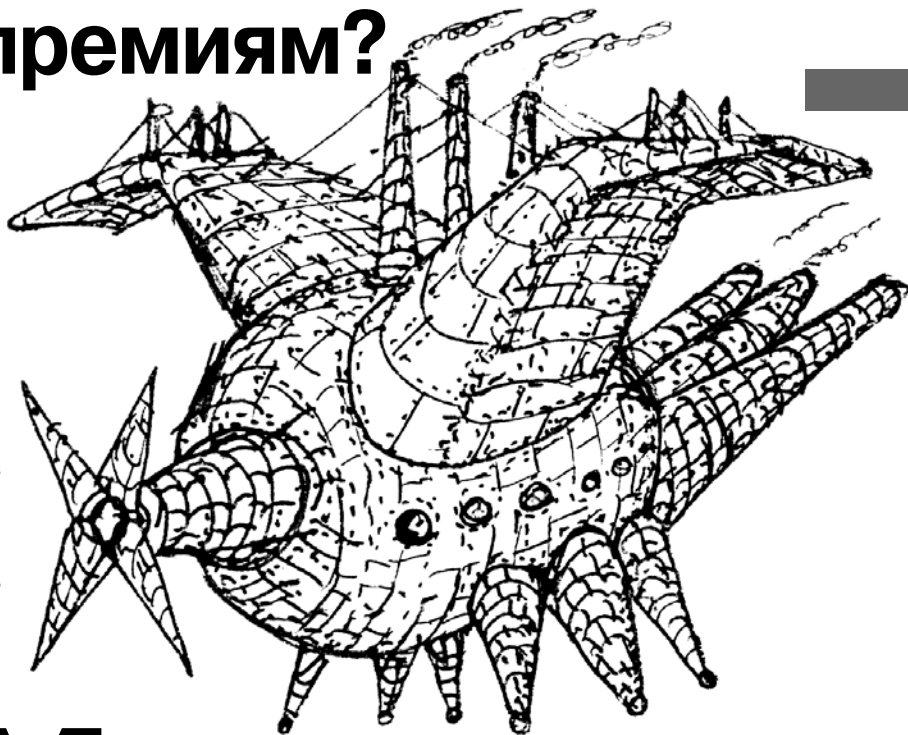


Кто впереди по Нобелевским премиям?



РАССЛЕДОВАНИЕ

Художник Н. Краштин



Мы уже привыкли, что в последние годы Нобелевские премии в области науки – по физике, химии, физиологии и медицине, – как правило, получают ученые из США. И лишь изредка, как бы в виде исключения (или политкорректности?) – из других стран. Но так было не всегда. Оказывается, в области химии американцы вырвались вперед сравнительно недавно – после 1980 года, а до этого лидировала Германия. Посмотрим, как распределялись Нобелевские премии по химии, начиная с самой первой, присужденной голландцу Якобу Вант-Гоффу в 1901 году.

Прежде всего следует отметить, что не всегда легко однозначно приписать гражданство тому или иному лауреату. Например, родился он в одной стране, учился в другой, полжизни проработал в третьей, а затем эмигрировал в четвертую, где его и «застала» премия. Какую страну выбрать? И таких случаев немало. Например, про нобелевского лауреата 1972 года Станфорда Мура (1913 – 1982) в книге Я.Фолты и Л.Новы «История естествознания в датах» (М.: Прогресс, 1987) написано: «Американский биохимик, работал также в Бельгии; с 1951 года живет в Великобри-

тании». Неудивительно, что в разных изданиях встречаются разночтения. Так, в Химической энциклопедии (5-й том, в котором приведены сведения о нобелевских лауреатах, издан в 1998 году), а также в книге В.А.Волкова, Е.В.Вонского и Г.И.Кузнецовой лауреат 1925 года Рихард Адольф Зигмонди (Жигмонди) назван австрийским химиком (он родился и до 22 лет жил в Австрии, тогда как Нобелевский комитет посчитал его немецким ученым. Дьёрдь Хевеши в тех же изданиях назван шведским химиком, хотя он переехал в Швецию лишь в 1943 году, в 58-летнем возрасте; в данном случае Нобелевский комитет справедливо посчитал его венгерским ученым. А вот венгр Джордж Ола считается американским химиком, хотя он родился (в 1927 году), учился и много лет работал в Венгрии, и лишь события 1956 года заставили его бежать в Англию, откуда в 1957 году он с семьей переехал в Канаду, а в 1964 году – в США. Половина всех американских нобелевских лауреатов родилась не в США, и каждый десятый из них – в России («Химия и жизнь», 2007, № 9). Чтобы избежать разночтений, в помещенной таблице (она отражает распределение Нобелевских премий по химии по странам мира

по десятилетиям, с момента начала присуждения премий в 1901 году) сведения о гражданстве взяты из официального нобелевского сайта: http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/

Интересно отметить несколько «двойных гражданств». Первое сделано для лауреата 1975 года Джона Уоркапа Корнфорта, который родился в Австралии и в 22 года переехал в Великобританию. На упомянутом сайте его гражданство определено как «Australia and United Kingdom». Поэтому в таблице его премия посчитана и британской, и австралийской. Второе исключение – лауреат 1989 года Сидни Олтман; он родился в Монреале, учился в США, работал в Британии, а затем в США. В таблице, как и на нобелевском сайте, его премия отнесена как к США, так и к Канаде. «Двойное гражданство» (США и Новая Зеландия) также у Алана Макдайярмида (премия за 2000 год), хотя с 23 лет он учился и работал в США, и у Ахмеда Зевайла (США и Египет, премия за 1999 год), хотя учился, работал и сделал основные работы в США. Создается впечатление, что «вторая страна» для этих лауреатов названа либо по их желанию, либо из каких-то политических соображений. Тем не менее в таблице соответствующая премия приписана одновременно двум странам.

В таблице указано общее количество премий по химии, полученных учеными разных стран (их названия приведены в алфавитном порядке) к концу соответствующего периода. В последней строке – усредненная продолжительность жизни лауреатов, получивших премии в течение данной декады. Следует отметить, что в 1915, 1916, 1919, 1924, 1933, 1940, 1941 и 1942 годах премии по разным причинам не присуждались.

Отметим еще один исключительный случай – присуждение двух Нобелевских премий по химии Фредерику Сенгеру в 1958 и 1980 годах. Первая из них, за 1958 год, – «за исследование структуры белков, прежде всего инсулина»; вторая, за 1980

год, совместно с Уолтером Гилбертом, – «за их вклад в определение последовательности оснований в нуклеиновых кислотах» (мотивы присуждения премий цитируются по протокольным решениям Королевской Шведской академии наук).

В последних двух строках таблицы приводится средняя продолжительность жизни (полных лет) лауреатов, получивших премию в течение данного десятилетия, а также средний возраст лауреата к моменту присуждения ему премии (также в течение данного десятилетия).

Интересно было бы подсчитать число премий для разных стран в разные десятилетия относительно числа их жителей к моменту получения награды и посмотреть, на каком месте оказались бы маленькая Швейцария и не очень большая Голландия. Но для этого необходимы статистические данные по числу жителей этих стран за прошлые десятилетия, что представляет собой непростую задачу (в некоторых государствах перепись населения проводилась редко и нерегулярно).

Понятно, что средняя продолжительность жизни подсчитана для уже ушедших из жизни лауреатов, то есть в основном для премий, присужденных в прежние годы.

Более подробное рассмотрение биографий лауреатов позволяет сделать ряд интересных выводов. Старше всех из лауреатов в момент на-

граждения был Джон Беннет Фенн, получивший премию в 2002 году в возрасте 85 лет. Уильям Стэндиш Ноулз получил премию (в 2001 году) в возрасте 84 лет, а Георг Виттиг (премия за 1979 год) – в 82 года.

Самый молодой нобелевский лауреат по химии – французский физик и радиохимик Фредерик Жолио-Кюри (1900 – 1958), который получил премию (совместно с женой Ирен) в 1935 году в возрасте 35 лет (жена была старше его на два года). Одним из самых молодых лауреатов премии по химии был знаменитый английский физик Эрнест Резерфорд, получивший премию в 1937 году в возрасте 37 лет. Объяснение своему решению (почему физику присудили премию по химии) Нобелевский комитет дал в такой формулировке от 10 ноября 1908 года: «Присудить Нобелевскую премию года по химии Эрнесту Резерфорду за исследования по расщеплению элементов и химии радиоактивных веществ». Тем не менее такое решение чрезвычайно удивило лауреата, который открыто заявлял, что совершенно не знает химии (известно его изречение о том, что все науки можно разделить на две группы – физику и коллекционирование марок). По этому поводу Резерфорд высказался так: «Я провел в своей жизни множество трансформаций элементов с разными временами жизни. Но самая быстрая трансформация, которую я когда-либо наблюдал, заключалась в моем превращении из физика в химика». Резерфорд

не стал оспаривать решение шведских академиков и назвал свою нобелевскую лекцию «Химическая природа альфа-частиц, выделяющихся из радиоактивных веществ».

Самый старый из ныне живущих лауреатов Нобелевской премии по химии – У.С.Ноулз (премия за 2001 год): ему исполнилось 90 лет 1 июня 2007 года. Лишь на две недели моложе Дж.Б.Фенн, родившийся 15 июня 1917 года, а премию получивший годом позже Ноулза, – как будто Нобелевский комитет следит за днями рождения номинантов. Среди ныне здравствующих девяностолетних лауреатов-долгожителей – уже упоминавшийся Дж.У.Корнфорт: 90 лет ему исполнилось в сентябре прошлого года. А в декабре того же года 90 лет отметил Герберт Аарон Хауптман (премия за 1985 год). По 89 лет исполнилось в июне 2007 года Джерому Карле, лауреату 1985 года; в июле – Полу Бойеру, лауреату 1997 года; в августе – Фредерику Сенгеру (Нобелевские премии за 1958 и 1980 годы; кстати, здравствуют все три лауреата 1980 года); в октябре – Енсу Скоу, лауреату 1997 года. Из других долгожителей отметили день рождения в 2007 году: в феврале – Уильям Нанн Липском (Липскомб), 88 лет, премия за 1976 год; в марте – Уолтер Кон (премия за 1998 год, 84 года); в мае – Манфред Эйген (премия за 1967 год) и Джордж Ола (премия за 1994 год), обоим по 80 лет; в июне – Шервуд Роуланд (премия за 1995 год), также 80 лет.

Меньше всех прожил после вручения премии французский химик Анри Муассан: вернувшись в Париж после торжеств, прошедших в конце 1906 года в Стокгольме, он вскоре попал на операционный стол с приступом аппендицита и 20 февраля 1907 года, через четыре дня после операции, скончался. Его организм не выдержал, так как был подорван многолетними экспериментами с фосфор- и фторсодержащими соединениями, в том числе и с фтором, который Муассану впервые удалось выделить в свободном состоянии. Напомним, что Муассан получил при голосовании всего на один голос больше, чем Д.И.Менделеев, скончавшийся на 18 дней раньше Муассана.

Дольше всех, в течение 55 лет, мог радоваться званию лауреата и сопутствующим ему почестям немецкий химик Адольф Фридрих Бутенандт. Он получил премию (совместно с Леопольдом Ружичкой) в 1939 году, в возрасте 36 лет, за исследование половых гормонов, а скончался 18 января 1995-го, не дожив двух месяцев до 92 лет.

Поскольку отечественные химики выглядят в приведенной таблице не очень успешно, приведем некоторые

Таблица 1
Число нобелевских лауреатов по химии в разных странах

Страна	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2007
Австралия								1	1	1	1
Австрия			1	1	1	1	1	1	1	1	1
Аргентина							1	1	1	1	1
Бельгия								1	1	1	1
Великобритания	2	2	5	6	7	12	18	22	23	25	25
Венгрия					1	1	1	1	1	1	1
Германия	5	8	12	16	19	20	22	24	27	27	28
Дания										1	1
Египет										1	1
Израиль											2
Италия							1	1	1	1	1
Канада								1	3	4	4
Нидерланды	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
Новая Зеландия										1	1
Норвегия							1	1	1	1	1
Россия (СССР)						1	1	1	1	1	1
США		1	1	3	7	12	16	24	36	48	57
Финляндия					1	1	1	1	1	1	1
Франция	1	4	4	6	6	6	6	6	7	7	8
Чехословакия						1	1	1	1	1	1
Швейцария		1	1	3	3	3	3	4	4	5	6
Швеция	1	1	3	3	4	4	4	4	4	4	4
Япония									1	2	4
Средняя продолжительность жизни	67,3	67,4	74,8	73,8	77,4	82,2	79,6	80,8	83,8	71,8	–
Средний возраст лауреата	52,2	48,1	51,6	45,8	55,6	51,7	56,6	60,1	56,8	63,8	64,4

Таблица 2

Число нобелевских лауреатов по физике в разных странах

Страна	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2007
Австрия				2	3	3	3	3	3	3	3
Великобритания	2	5	7	10	13	15	15	20	20	20	21
Германия	3	7	10	11	11	12	14	14	19	21	24
Дания			1	1	1	1	1	3	3	3	3
Индия			1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ирландия						1	1	1	1	1	1
Италия	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
Канада									1	2	2
Китай						2	2	2	2	2	2
Нидерланды	3	4	4	4	4	5	5	5	6	8	8
Пакистан								1	1	1	1
Россия (СССР)						3	6	7	7	8	10
США	1	1	3	6	9	19	28	43	55	68	81
Франция	4	4	6	6	6	6	8	8	8	11	12
Швейцария		1	2	2	2	2	2	2	4	4	4
Швеция		1	2	2	2	2	3	3	4	4	4
Япония					1	1	2	3	3	3	4

статистические данные по Нобелевским премиям в области физики, в которой наши ученые занимают достойное место. Кстати, в книге Ю.А.Храмова «Физики. Биографический очерк» (М.: Наука, 1983) среди 90 лауреатов Нобелевских премий по химии, получивших ее в 1901 – 1977 гг., автор насчитал 27 физиков и физикохимиков!

Здесь картина похожа на предыдущую, хотя есть и различия. Американские физики захватили лидерство на

три десятилетия раньше химиков – уже в 50-е годы. И к настоящему времени получили Нобелевских премий почти столько же, сколько все остальные, вместе взятые. А до этого с переменным успехом соперничали Великобритания и Германия (и продолжают соперничать, как это видно из таблицы). Отечественные ученые занимают здесь весьма достойное пятое место.

В случае премий по физике также имеют место неоднозначности в наци-



РАССЛЕДОВАНИЕ

ональной принадлежности лауреатов. Не совсем понятно, почему на нобелевском сайте около фамилии Эйнштейна указаны Германия и Швейцария. Ведь в Германии Эйнштейн прожил после рождения только до 14 лет, основные работы проделал в Швейцарии, а с 1933 года и до конца жизни жил и работал в США. Знаменитый физик Вольфганг Паули (1900 – 1958) родился в Австрии, учился в Германии, работал в Германии, Дании, Швейцарии и США. В Химической энциклопедии он назван швейцарским физиком, а на нобелевском сайте – австрийским. Немецкий же физик Макс Борн (1882 – 1970) бежал от нацистов в Англию в 50-летнем возрасте, однако назван на сайте британцем. А вот противоположный пример. Американские физики Ли Цзундао и Ян Чжэньнин (в отечественной литературе их обычно называют Ли и Янгом) еще в молодости покинули Китай, учились, работали и сделали свое выдающееся открытие (нарушение сохранения четности, премия за 1957 год) в США. Тем не менее рядом с обеими фамилиями на нобелевском сайте указано: Китай. Не исключено, что комитет по присуждению Нобелевских премий по физике так же, как и их коллеги-химики, отчасти руководствовался какими-то политическими соображениями, а возможно, и пожеланиями лауреатов.

И в заключение – абсолютный рекорд молодости лауреата. В 1915 году Нобелевская премия по физике за 1914 год была присуждена сэру Уильяму Генри Брэггу и его сыну Уильяму Лоуренсу Брэггу «за вклад в изучение структуры кристаллов с помощью рентгеновских лучей». В момент присуждения премии Брэггу-младшему было всего 25 лет! Как видно из предыдущей таблицы (премии по химии), имеет место тенденция к увеличению среднего возраста лауреата, поэтому, скорее всего, этот «рекорд» никогда не будет побит. Сбор более подробных сведений о возрасте лауреатов-физиков мы оставляем будущим исследователям.

И.А.Леенсон

АшЛэнд AshLand

Предлагаем свои услуги заинтересованным лицам и организациям в областях деятельности:

– **ХИМИЯ:**

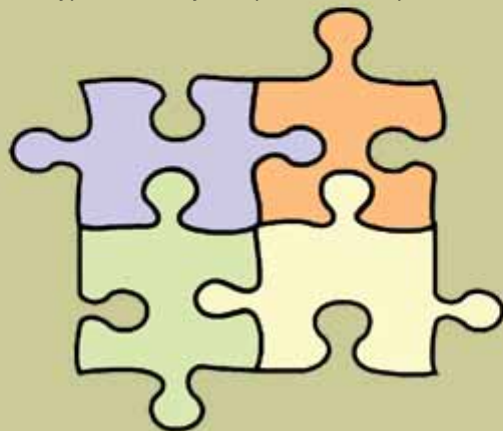
поставка продукции для биохимической очистки промышленных сточных вод, исследование и разработка оборудования экспресс-контроля, анализ рынков;

– **ТЕКСТИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ:**

исследование и разработка новых приборов экспресс-контроля качества продукции, анализ рынков;

– **НЕДВИЖИМОСТЬ:**

промышленные и нежилые объекты – аренда, покупка, участие в аукционах и конкурсах, консультирование и пр.



Тел.+74991574473; Факс.+74991575111; e-mail: ashland@inbox.ru

Городской музей ИЗЯЩНЫХ ИСКУССТВ





1. Старик и его сны

Старик начал видеть необыкновенные сны с раннего детства.

Сначала они были всего лишь цветными, объемными, и все в этих снах происходило будто по правде. Не отличишь. Настолько, что еще ребенком в колыбели, просыпаясь, он долго не мог понять: где закончился сон, а где начался очередной день.

Потом во сне стало намного интереснее. Мальчишкой он начал путешествовать в незнакомых странах. Пробирался дремучими лесами, поднимался в горы. Летал на самолетах и прыгал с парашютом. Однажды, оттолкнувшись от земли, взлетел так высоко и далеко, что поплыл в воздухе, раскинув руки. Это оказалось настолько чудесным, что не хотелось просыпаться. В другой раз, купаясь в море, он опустился в самые глубины и разгуливал там, вместе с медузами, ленивыми пучеглазыми рыбами, среди водорослей, кораллов и остального подводного, научившись дышать носом, как жабрами.

Однако рано или поздно ночь кончалась. Нужно было вставать, чистить зубы, завтракать, идти в школу или (когда детство закончилось и он стал взрослым) отправляться на работу. Приходилось ходить в магазины и стоять в очереди, ожидая троллейбус, а потом еще толкаться внутри салона, до самой нужной тебе остановки. Он пробовал не просыпаться, но из этого ничего не получалось. День казался длинным, занудным, наполненным сплошными трудами и обязанностями. Хочешь не хочешь, приходилось его проживать — чтобы дожидаться ночи и видеть сны, в которых все происходило без малейших усилий.

Что за мелодии складывались во сне! Можно было их напевать, легко исполняя на любом инструменте. Случалось рисовать картины или гонять в футбол, бегать на коньках (и всегда побеждать, прибегая первым). А какие приятели поджидали на каждом шагу! Лунный слоник, морской конек Горбушка, воробей Хват и остальные. Это были, конечно, не друзья, а всего лишь приятели. Они появлялись вдруг, вполне независимо и так же неожиданно исчезали. Но зато — сплошь выдумщики, весельчаки, личности, каких в обычной жизни нигде и никогда не встретишь.

Однажды он понял, что способен управлять сном. Научился усилием воли исполнять все, что захочется. Например, сделаться лягушкой или влезть в шкуру тигра. Стать на выбор ласточкой, бегемотом, пчелой... Как-то раз он превратился в гранитный валун и оставался таким долго. Каждую новую ночь в течение месяца, засыпая, он чувствовал себя куском гранита, торчавшим на краю пропасти. К счастью, в тех местах началась буря. Ударил молния. Его грузное тело сорвалось; оно падало, рассекая воздух, и падало до самого утра в жуткую прорву, лишенную дна. Впервые в жизни он радовался, когда наконец проснулся.

Несколько лет он путешествовал во сне на других планетах. Перепробовал множество обличей. Был разумным червяком и зубастой пастью (на двух ножках и с крыльями). Парил в воздухе летучим семенем (вроде нашего одуванчика). Странствовал прыгучей трехглазой колючкой, которая перебирается с места на место на чьей-нибудь подходящей шкуре (бредущей или несущейся со всех ног в нужную вам сторону). Скакал по неведомым просторам говорящим в рифму солнечным зайцем или возникал из ниоткуда лунным бликом, напевавшим колыбельные песни. А еще был слезливой пирамидкой (нескладной дамой, которую распирают горькие размышления) и веселящим мешком (одноглазым толстяком, разгуливавшим где захочется со скоростью мысли).

Больше всего старику понравилось путешествовать налегке. В обличе одушевленной тени, которая меняет размер и оттенки цвета, в зависимости от времени года и по желанию.

Оказалось, что твой внешний вид — не самое главное. Что впечатляют не пейзажи, даже самые необычайные. Не существенно, где ты странствуешь и в каком обличе. Важно — какой ты сегодня в этих редкостных местах. Грустный, веселый или задумчивый. Будешь сочувствовать окружающим или посмеиваться над ними. Умеешь ли сочинять мелодии и любить...

Пришло время, когда старику надоело быть во сне всего лишь очередной рыбой, птицей или букашкой. В одну прекрасную ночь он увидел сон, в котором почувствовал себя ветром и небом. Потом сумел стать морем-океаном, горной грядой.

Наконец старик превратился во сне в огромную голубую планету, полную воздушных просторов, морей и материков, где леса, поля, степи, пустыни и множество всего остального.

Это оказалось чрезвычайно хлопотным делом. Приходилось выполнять бесконечное количество обязанностей: назначать и одновременно заканчивать четыре времени года, поворачиваясь к солнцу то одним, то другим боком; заботиться о силе ветров, наполнить дождем реки и озера; не забывать о внутренних глубинах и подводных пространствах; запускать разноцветные облака, прорастать семенем и сбрасывать старую листву; ежесекундно заботиться о ходячей, прыгучей, ползучей, летающей и остальной, бесчисленной ребятне, которая без присмотра может наделать страшных глупостей.

Конечно, больше всего требовали внимания люди — существа с легкомысленным разумом, которые язвили, вредничали и создавали сложности, где только возможно. Большинство из них были совсем лишены чутья, так что каждый мог запросто разрушить не только собственную жизнь, но и многое, вокруг существующее. Однако некоторые из людей умели сочинять мелодии и любить. За это можно было терпеть остальных — никчемных и гадких.

Театральный режиссер и литератор Михаил Стародуб неоднократно публиковался на наших страницах и как автор научной фантастики, и как стихотворец. Сегодня мы предлагаем вашему вниманию небольшую подборку его коротких рассказов.



Впрочем, все это являлось игрой воображения. Называлось сном. При этом старик уставал — и как! Чувствовать себя планетой несколько ночей подряд оказывалось непосильным делом, требовало чрезвычайного напряжения. Теперь утро наступало передышкой. Нужно было как-им-то образом отвлечься, не вспоминая до следующей ночи о нечеловеческой ответственности и зботах за все живое на голубой планете.

Именно с тех пор он начал ценить прелести реальной жизни. Возможность вдохнуть всей грудью осенний воздух, полный горечи далеких костров, грибных ароматов, хвои, опавших листьев.

При случае старик уезжал за город. Сняв башмаки, он разгуливал босиком или, забравшись по колени в мелкую речушку, стоял, пытаясь запомнить: какое неповторимое удовольствие — воспринимать окружающее в малейших оттенках! Уезжал, чтобы не спеша ощутить вкус ключевой воды. А потом насытиться запахами недавно испеченного хлеба, свежестью сорванного яблока. Он бережно собирал коллекцию ощущений. Самых разных: острых и едва уловимых, вполне летучих.

Теперь представьте себе старика с веселыми серыми глазами, который совершенно серьезно утверждает, что все люди рано или поздно станут планетами, а некоторые — даже звездами. Мол, здесь, на Земле, каждый из нас набирается разнообразных впечатлений и навыков, чтобы было о чем видеть сны потом, во время продолжительной и ответственной звездной жизни.

Никто ему, конечно, нисколько не верит. Кроме соседской девочки, которая частенько слушает, как старик говорит вслух, видимо, от чрезвычайного одиночества.

Девочка худа и не очень-то красива. У нее слишком большие глаза и высоченный лоб. Ясно, что ей хочется однажды стать звездочкой. Хотя бы лет на двести или триста. С некоторых пор она изо всех сил набирается разнообразных впечатлений для своей последующей звездной жизни.

2. Стратегическое оружие

— Замечательно! — посмотрев в зеркало, вслух произношу я. — Что такое? — спрашиваю, приблизившись к стеклу. — Определи, не стесняйся! Глаза сегодня такие зеленые, что было бы неудивительно совершить нечто необычайное. Пожалуй, — решаю, — совершу необычайное.

И выхожу из комнаты, куда эти мои зеленые глаза глядят. То есть прямо по широкому коридору своего минус-шестнадцатого этажа. Иду, а случайные прохожие уступают мне

пешеходную тропу, жмутся к стене. Кто-то из малорослых космонавтов придержал дверь переходника, топчется у лифта, дескать, прошу, не желаете ли? Кивнул я ему, вошел в кабину, а он суетится, тянется правой ладошкой к виску — честь отдает, и лицо прыгает. Слизняк в генеральских погонах, видел его, кажется, на испытаниях, среди прочих вояк и немногих штатских. Этих, похрабрее, которые называют себя учеными. Они качают головами, обсуждая происходящее на своем фантастическом, не подходящем для нормального человека языке, некоторые нервно посмеиваются... А три дня назад я сорвал аплодисменты, что, собственно, не имеет значения. Скучно. Хотя держусь изо всех сил, понимаю: государственная необходимость, новый вид стратегического оружия, прочее, вполне почтенное. Настолько, что присвоили мне звание полковника, форму выдали. Гулял я два дня по коридорам в полковниках, надоело. Влез в джинсы, свитерок. «Отвлекает, — говорю, — меня как стратегическое оружие эта казенная одежда. Слишком большая честь для мальчишки моего возраста».

Один престарелый вояка чуть не прослезился от таких слов. Пристроил я старому пердуну третий глаз между бровями, чтобы слезился на всю катушку. Ему бы радоваться — сколько можно освоить самого невероятного третьей своей гляделкой! Но не выдержал старикан прозрения, увезли его с тремя закатившимися зрачками на тележке в госпиталь.

Целых две смены я был паинькой — двигал стрелки приборов, плевался огнем в бегущую цель, слепил даже из «ничего» пластиковый шар величиной с голову. Добрый получился шарик: пушистый, солнечного цвета и отскок подходящий. Таким бы в футбол погонять. Да только не с кем, а тот шарик господина научные исследователи распотрошили в свое удовольствие. И хотя я сработал хоть сотню подобных — жаль. Такого пушистого и желтого уже не будет. Потому что невозможно позаимствовать из «ничего» два одинаковых предмета: каждый раз выскакивает что-то новенькое, тебе самому на удивление.

Так или иначе, завтра последний день перед каникулами, давно обещанными и долгожданными. И пусть кто-нибудь попробует зажулить мои восемь недель свободы — будь ты хоть сам президент! — не позволю. К слову, уже объявлено, что завтрашнее испытание посетит президент. Лично. И кое-кто из команды. Пускай себе являются. Поглазеем, как господина вояки умеют костенеть от почтения. А пока спасибо за свободный вечер: я должен копить энергию для завтрашнего показательного сеанса. Так решили ученые, и я не возражал.

Двигаю не спеша нулевым этажом, а в бункере шумно. Дневная смена сотрудников — голодных и жаждущих — расходится по коридорам в бары и ресторан. Я среди прочих, и здесь уже никто не шарахается, не жметя по стеночкам, потому что младший обслуживающий персонал со мной не знаком — и чудесно! Кое-кто из девушек строит глазки, другие, напротив, вполне равнодушны. Так что можно себя почувствовать самым обыкновенным, и наплевать мне на секретные инструкции, воинский устав, энергию, которую я будто бы накапливаю для завтрашнего представления.

В ресторане аншлаг, но местечко находится у эстрады, лицом к публике. Сажу в ожидании заказанных салатов. На эстраде появляется скрипач. Он же, оказывается, еще и певец.

Я вижу девушку. Беловолоса, белокожа, веснушки над



ФАНТАСТИКА

— Он займет слишком много места. К тому же рояль стоит кучу денег.

— А если что-нибудь из духовых? Попробуйте вот эту серебристую дуду.

Дуда ослепительно сияла. В случаях крайних можно было смотреться в нее, как в зеркало. Она была недорого и миниатюрна. Но дудела будь здоров как! Продавец с большим успехом продемонстрировал ее возможности, сыграв бодренький военный марш.

И вот начал Ежиков по утрам дуть в серебристую дуду:

— П-р-рп! П-р-рп! П-р-рп!

Получилось то, что надо: дуда рявкала и сразу спасала Ежикова от шума. Но к сожалению, спасала только его одного. Потому что ни в коем случае не следовало в нее дуть: звуки, которые извлекал Ежиков, раздражали, были определенно неприличными. Казалось, в его трехкомнатной квартире поселилось стадо слонов, которые время от времени, прощу прощения, освобождают кишечник от газов. Громоподобно, совсем немзыкально. Теперь даже скрежет сверла не казался таким дисгармоничным.

Жители нашего подъезда сразу решили сломать дуду. Или, в случае крайнем, сломать Ежикова. Но тот оказался мужиком бессовестным и не из робких. Дуду не отдал.

— Разве человек... П-р-рп!.. Не имеет права изучать... П-р-рп, п-р-рп!.. Любимый инструмент? — возмущенно кричал он из-за запертой двери. — Прошу подождать результатов... П-р-рп! П-р-рп!

И все стали ждать.

Оказалось, что у Ежикова нет не только совести, но и слуха. А может быть, ему бракованный инструмент продали: звуки из дуды по-прежнему раздражали и были все более бесстыдными. Самые непристойные фантазии рождались в голове, когда Ежиков начинал дуть в дуду. Детям моложе шестнадцати лет это могло принести вред. Оставалось ждать, что однажды Ежиков разорвется, не выдержав напора собственного воображения.

Население нашего дома стало нервным.

Чтобы развеять всеобщую нервозность, Иван Иваныч Бугаев — подрывник, полковник в отставке, работающий на пороховом заводе, — однажды привез целый грузовик петард, шутих, огненных колес, разноцветных ракет, хлопушек, ну и остального, из чего так приятно соорудить фейерверк на балконе второго этажа.

Каждый вечер Иван Иваныч затевает праздничный салют в ознаменование того, что ни в коем случае не стоит нервничать по пустякам и даже из-за серьезной причины. Оказалось, что хлопушки и огненные колеса — эффективное утешающее средство. После доброго фейерверка стадо слонов из квартиры Ежикова представляется стайкой комариков. Правда, разноцветные ракеты, взлетающие с балкона второго этажа, не всегда управляемы. Но во-первых, все об этом знают и стоят наготове у раскрытых окон

с огнетушителями и ведрами с песком. А во-вторых, до сегодняшнего дня только одна из ракет угодила куда не надо — в квартиру Гайкина на последнем этаже.

Полыхнуло слегка, а сгорело и вовсе чуть-чуть, но Гайкин трусоват, ночует теперь в машине, припаркованной у входа в подъезд. Каждые полчаса, он включает сигнализацию или просто жмет на клаксон, чтобы никто не беспокоился: мол, он, Гайкин, жив и не в обиде за случайную ракету. Разумеется, мы пытались объяснить, что никто за него и так не беспокоится, но Гайкин — человек излишне мнительный, а теперь, кажется, еще и слегка ушибленный ракетой.

Очень скоро Завьялов с предпоследнего этажа ворвался в лифт и, объявив его заповедной территорией, решил лично охранять подъемный механизм. Охранять — это означало, по мнению Завьялова, ездить туда-сюда и никого в лифт не пускать.

В ответ на это жена Завьялова начала стучать по батарее центрального отопления — видимо, передавая морзянкой сообщения в пространство с просьбой о помощи. По ритму и размеру можно предположить, что сообщения исполняются в стихотворной форме.

Несколько позже коммерсант Флюс — арендатор нежилых чердачных помещений — продал через Интернет крышу нашего дома, покрытую листовым железом. Прилетела команда рабочих на двух вертолетах и вместе с крышей прихватила чугунные балконные решетки некоторых жильцов, которые в это время были на работе. К счастью, по уважительным причинам большинство жильцов на работе отсутствовало. Эти товарищи свои решетки не отдали.

Тогда Семенов — арендатор нежилых помещений первого этажа — продал свой скелет музею изящных искусств. Заодно — продал и наши. И что удивительно, музей без промедления купил у него все скелеты, не согласовав это с их владельцами...

Что ж, население нашего дома начало готовиться к полету в соседнюю галактику. И мы, что прекрасно, скоро туда полетим! Деньги на билеты в один конец уже сданы коммерсанту Флюсу. Вызов — за смешную сумму — помог устроить арендатор Семенов. Иван Иваныч Бугаев — полковник в отставке и подрывник — привез с порохового завода несколько цистерн звездного топлива. Мы полетим, конечно, никто в этом не сомневается. Только найдется ли во Вселенной подходящее место? Кому мы нужны такие, со своим сверлильщиком, серебристой дудой Ежикова и скелетами, принадлежащими городскому музею изящных искусств?





Весна — время сниматься
с насиженных мест
и вить гнезда
в новых краях.

Редакция «Химии и жизни»
тоже переменяла место обитания.
С 28 апреля 2006 года нас можно
найти по адресу: Москва, Миусская пл., д.9,
основное здание РХТУ им. Д.И.Менделеева
Тел. редакции: 8(499) 978-87-63

Электронный адрес и адрес сайта остаются прежними: redaktor@hij.ru, www.hij.ru.
Не теряйте нас!

**Уважаемые читатели, напоминаем вам
о том, что в редакции можно подписаться
с любого номера. Тел. 8(499)267-54-18.
С мая телефон редакции:
8(499) 978-87-63,**



Для оформления подписки ищите на почте каталоги «Роспечать», www.rospr.ru, индексы 72231 и 72232; «АРЗИ» (Пресса России), www.arzi.ru, индексы 88763 и 88764; «Межрегиональное агентство подписки», (Почта России) www.marp-smi.ru, индексы 99644 и 99645, а также обращайтесь в агентства «Урал-пресс», uralpress.ur.ru, (495) 789-86-36; «Вся пресса», (495) 906-07-35; «Информсистема», www.informsistema.ru, (495) 127-91-47; «Интерпочта», www.interpochta.ru, (495) 684-55-34; «Комкур» (Казань), (843) 291-09-77; «Артос-Гал», (495) 981-03-24; «Информнаука», (495) 787-38-73.

На Украине помимо этих агентств можно подписаться в компании «KSS», www.kss.kiev.ua, тел. в Киеве (440) 585-80-80, в «Информационной службе мира», ism.com.ua, тел. в Киеве (440) 559-24-93, 586-48-69 или с помощью каталога зарубежных изданий на почте.

Кроме того, с любого номера можно подписаться в редакции. Для этого нужно отправить запрос по электронной почте redaktor@hij.ru, мы вышлем квитанцию для оплаты через Сбербанк. Подписку можно оплатить и электронными Яндекс-деньгами через наш киоск: www.hij.ru/kiosk.shtml.

Кабачки

Кабачки – это овощи? Кабачки – овощи, но их также относят к группе бахчевых культур. Плод кабачка мясистый и со множеством семян, как у ягоды, но, в отличие от нее, имеет твердую корку. Такой тип плода называется ложной ягодой, или тыквиной. Кабачок, кстати, и есть разновидность тыквы, которая не образует длинных плетей, а растет кустом. Об этом родстве напоминает и само название «кабачок», произошедшее от турецкого «kabak» – тыква. Именно из Турции и Греции кабачки и попали в Россию, причем недавно, в XIX веке. А в Америке, откуда родом эти овощи, их выращивали еще 5000 лет назад.

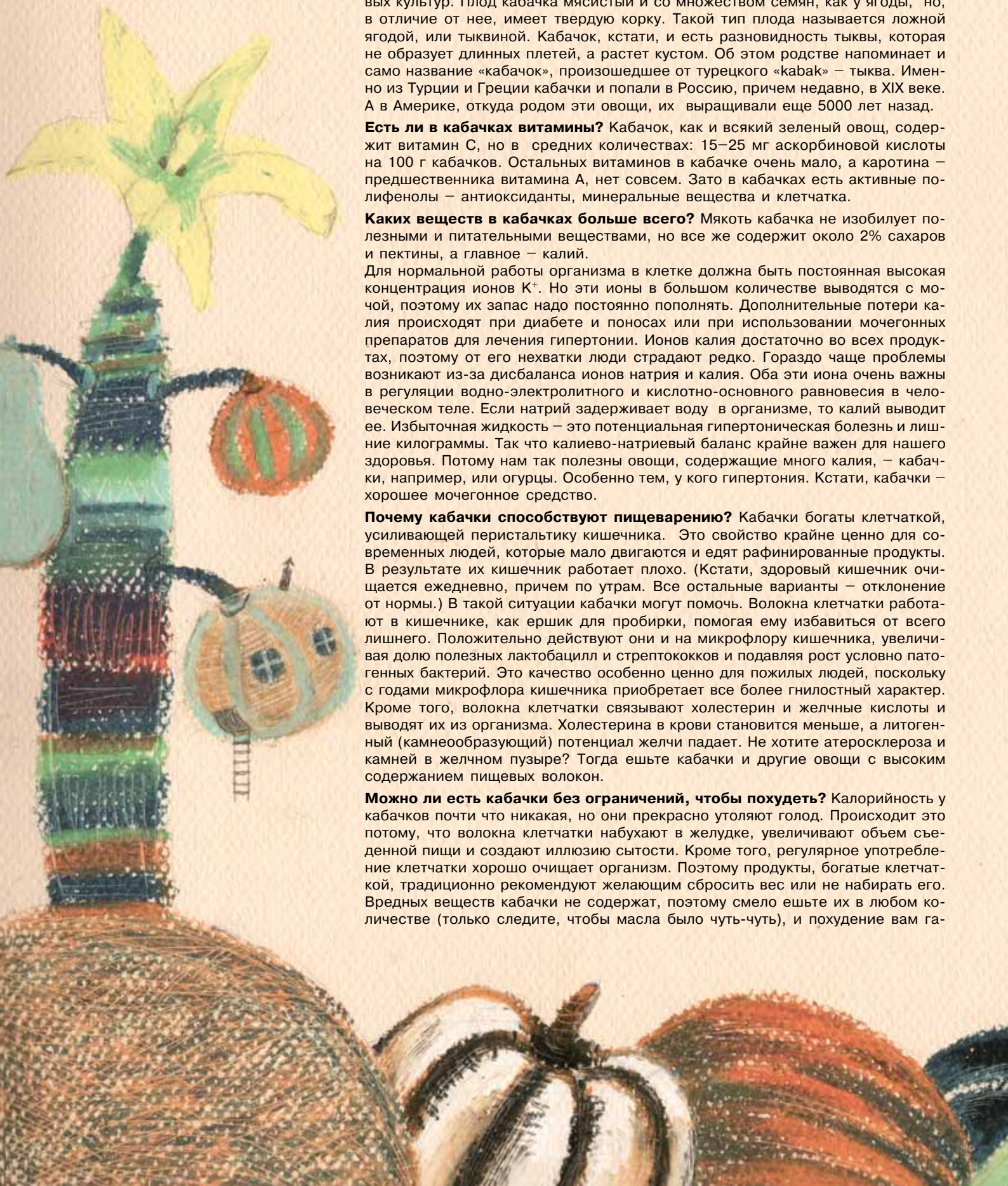
Есть ли в кабачках витамины? Кабачок, как и всякий зеленый овощ, содержит витамин С, но в средних количествах: 15–25 мг аскорбиновой кислоты на 100 г кабачков. Остальных витаминов в кабачке очень мало, а каротина – предшественника витамина А, нет совсем. Зато в кабачках есть активные полифенолы – антиоксиданты, минеральные вещества и клетчатка.

Каких веществ в кабачках больше всего? Мякоть кабачка не изобилует полезными и питательными веществами, но все же содержит около 2% сахаров и пектины, а главное – калий.

Для нормальной работы организма в клетке должна быть постоянная высокая концентрация ионов K^+ . Но эти ионы в большом количестве выводятся с мочой, поэтому их запас надо постоянно пополнять. Дополнительные потери калия происходят при диабете и поносах или при использовании мочегонных препаратов для лечения гипертонии. Ионов калия достаточно во всех продуктах, поэтому от его нехватки люди страдают редко. Гораздо чаще проблемы возникают из-за дисбаланса ионов натрия и калия. Оба эти иона очень важны в регуляции водно-электролитного и кислотно-основного равновесия в человеческом теле. Если натрий задерживает воду в организме, то калий выводит ее. Избыточная жидкость – это потенциальная гипертоническая болезнь и лишние килограммы. Так что калиево-натриевый баланс крайне важен для нашего здоровья. Потому нам так полезны овощи, содержащие много калия, – кабачки, например, или огурцы. Особенно тем, у кого гипертония. Кстати, кабачки – хорошее мочегонное средство.

Почему кабачки способствуют пищеварению? Кабачки богаты клетчаткой, усиливающей перистальтику кишечника. Это свойство крайне ценно для современных людей, которые мало двигаются и едят рафинированные продукты. В результате их кишечник работает плохо. (Кстати, здоровый кишечник очищается ежедневно, причем по утрам. Все остальные варианты – отклонение от нормы.) В такой ситуации кабачки могут помочь. Волокна клетчатки работают в кишечнике, как ершик для пробирки, помогая ему избавиться от всего лишнего. Положительно действуют они и на микрофлору кишечника, увеличивая долю полезных лактобацилл и стрептококков и подавляя рост условно патогенных бактерий. Это качество особенно ценно для пожилых людей, поскольку с годами микрофлора кишечника приобретает все более гнилостный характер. Кроме того, волокна клетчатки связывают холестерин и желчные кислоты и выводят их из организма. Холестерина в крови становится меньше, а литогенный (камнеобразующий) потенциал желчи падает. Не хотите атеросклероза и камней в желчном пузыре? Тогда ешьте кабачки и другие овощи с высоким содержанием пищевых волокон.

Можно ли есть кабачки без ограничений, чтобы похудеть? Калорийность у кабачков почти что никакая, но они прекрасно утоляют голод. Происходит это потому, что волокна клетчатки набухают в желудке, увеличивают объем съеденной пищи и создают иллюзию сытости. Кроме того, регулярное употребление клетчатки хорошо очищает организм. Поэтому продукты, богатые клетчаткой, традиционно рекомендуют желающим сбросить вес или не набирать его. Вредных веществ кабачки не содержат, поэтому смело ешьте их в любом количестве (только следите, чтобы масла было чуть-чуть), и похудение вам га-



рантировано. Американский диетолог Брюс Джаннер предлагает сочетать кабачки с перцем и шпинатом. Такое сочетание продуктов поможет быстро избавиться от лишних килограммов. Однако не забывайте, что помимо пищевых волокон, минеральных компонентов и витаминов организм должен получать белки, иначе вы не похудеете, а отощаете.

С какими продуктами кабачки лучше всего сочетаются и почему? Кабачки великолепно сочетаются с мясом и яйцами. К мясным белкам и жирам они добавляют свои углеводы, витамины и минеральные компоненты. Получается сбалансированное по пищевым веществам блюдо. Но есть здесь и еще одна явная польза для здоровья. Мы уже говорили, что кабачки связывают избыток холестерина, основной источник которого – именно мясо. Так что вполне естественно заедать холестерин его поглотителем.

Традиционные блюда – кабачки с помидорами, кабачки, фаршированные грибами, запеченные с сыром или яйцами.

Какие кабачки лучше есть – молодые или зрелые? Почему? Кабачки, как и прочие овощи, лучше есть молодыми. В них больше минеральных веществ и витамина С. Маленькие кабачки, как молочные поросята, тают во рту. Но молодой кабачок – это не созревший плод, а его 7–10-суточная завязь. В этом состоянии (его называют технической спелостью) кожица у кабачков такая мягкая, что ее даже ногтем легко порезать, мякоть сочная и белая, а семена еще не затвердели.

Пищевая ценность созревшего кабачка резко падает, потому что мякоть теряет сочность и становится почти такой же жесткой, как наружная кора, в которой к тому времени развивается слой механической ткани – склеренхимы. Спелые кабачки сложно очистить, но из них можно выскрести мякоть, смешать ее с мукой и приготовить из этого теста оладьи.

А с перезревшими кабачками лучше вообще не связываться.

Как кабачки лучше хранить? К сожалению, хорошо хранятся именно зрелые кабачки. Они не портятся даже при комнатной температуре. Некоторые огородники держат эти овощи под кроватью. Такая необычная сохранность связана с удивительно плотной и многослойной кожурой кабачка. Она как будто восковая. Ее и повредить трудно, и вода к ней не пристает, и микроб в нее не пролезет. В общем, никаких условий для развития микроорганизмов.

У молодых кабачков таких защитных механизмов нет. Кожича у них тонкая и легко повреждается, поэтому лежат они плохо. Чтобы молодые кабачки продержались хоть несколько дней, специалисты советуют срывать их вместе с плодоножкой. Но лучше сорванный овощ сразу же съесть или засолить.

Что такое цуккини? Цуккини – это достижение итальянских селекционеров. В России они появились несколько десятилетий назад. Плоды у цуккини цветные – от светло- до темно-зеленого, часто бывают полосатыми, ребристыми или ярко-желтыми, булавовидной формы, кора у них более плотная, чем у обычных кабачков, а мякоть, наоборот, нежнее, сочнее и вкуснее. В отличие от белых кабачков, цуккини содержат каротин, причем в некоторых сортах, особенно желтоплодных, каротина больше, чем даже в моркови.

Плоды цуккини достигают 70 см, после созревания не грубеют и зимой неплохо хранятся. Молодые цуккини, размер которых не превышает 10–15 см, можно есть сырыми, добавляя в салат, – с чесноком, перцем, яблоками и зеленью. Особенно ценна зеленая кожица цуккини: здесь сосредоточены витамины. Семена цуккини тоже удалять не нужно, они содержат растительные жиры. Молодые кабачки цуккини можно солить и мариновать, как огурцы. А более крупные и загрубевшие фаршируют. Только в этом случае надо снять кожицу и удалить семена. В отличие от обычных кабачков, цуккини хорошо переносят заморозку – их можно хранить в морозильнике до весны.

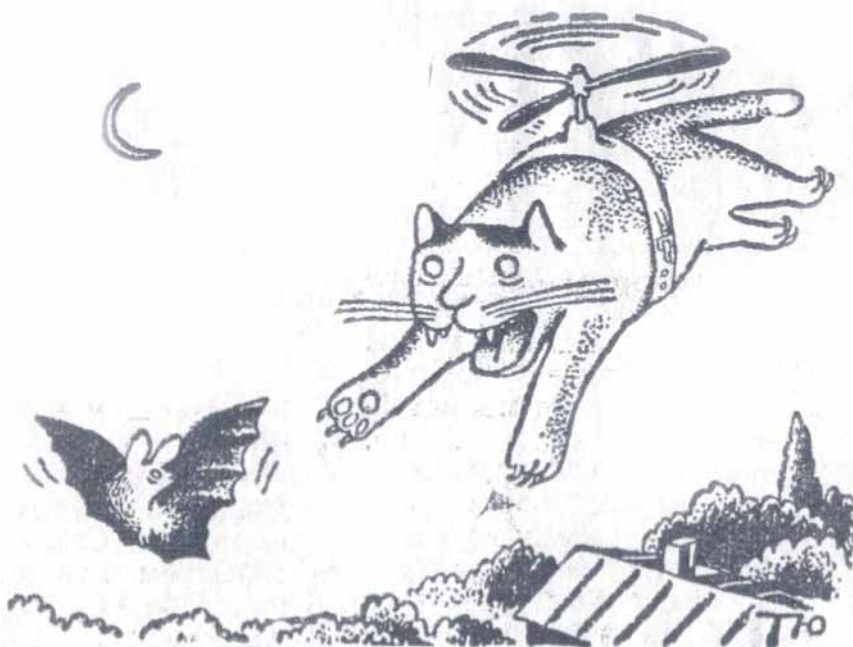
Л.Викторова

Художник Е.Станикова



НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Охота летучих мышей

Всякий знает, что летучая мышь ночь напролет носится бесшумной тенью над землей, поедая встречающихся ей в воздухе насекомых. Однако мало кто задает себе вопрос: а зачем она так делает? Ведь на полет приходится тратить много энергии. Не проще ли сидеть в засаде? И точно, недавнее исследование американских ученых из Мичиганского университета во главе с постдоком Кимберли Уильямс-Гуиллен, опубликованное журналом «Сайенс» в апреле 2008 года, показало: да, мышь любит сидеть в засаде. И в результате приносит гораздо больше пользы в борьбе с вредителями, чем считалось до сих пор. По крайней мере, на мексиканских кофейных плантациях. Это открытие было сделано в результате эксперимента, который позволил развеять многолетний миф о ведущей роли птиц в борьбе с вредителями.

Обычно энтомологи, чтобы определить, как различные живые существа влияют на урожай кофе, накрывают деревья сетками, а потом подсчитывают число вредителей на них и в контроле. Но до сих пор экспериментаторы держали деревья накрытыми круглые сутки, и убывь насекомых в контроле считали заслугой птиц. Уильямс-Гуиллен же с коллегами одни деревья накрывала только ночью, а другие — только днем. Так вот, на тех деревьях, что были накрыты ночью, насекомых, пауков, червячков и клещей было больше на 85% по сравнению с контролем. То есть именно ночные жители — главные санитары кофейной плантации. А наиболее активны ночью — летучие мыши.

Но как же они могут поедать всяких не летающих, а ползающих и ходящих насекомых? Оказывается, мышь большую часть ночи мирно висит где-то на ветке дерева, прислушиваясь своими чуткими ушами к малейшим шорохам. И слышит: там гусеница жует листочек, здесь жучок точит кору, а неподалеку пищит комарик. Выбрав добычу, мышь стремительно к ней подлетает, хватает и возвращается в засаду. Вот так и получается, что рачительному плантатору надо опекать летучих мышей столь же тщательно, как птиц, и всячески их приманивать. А любителям кофе стоит сказать спасибо неприметным рукокрылым, которые не спят ночами, охраняя урожай.

С.Анофелес

Пишут, что...



...фумарольный выброс на склоне Эльбруса в марте 2006 года может оказаться признаком возобновляющейся вулканической активности («Наука в России», 2008, № 1, с.46—48)...

...чтобы изменение климата и сопровождающие его засухи не стали причиной голода, возможно, придется акклиматизировать в Африке и Южной Азии кукурузу, пшеницу, рапс, а также другие жаро- и засухоустойчивые сорта («Nature», 2008, т.452, № 7185, с.270—272)...

...применение теории информации к оптике создает новый раздел последней — информационную оптику («Оптический журнал», 2008, т.75, № 2, с.23—28)...

...в России еще не действует ни один завод по производству топливного этанола, в Белоруссии их строится два, в Казахстане один уже работает («Биотехнология», 2008, № 1, с.3—14)...

...существующая система «экологических платежей» для абонентов водопроводного и канализационного хозяйства не соответствует действующему законодательству и должна быть пересмотрена («Экология и промышленность России», 2008, № 3, с.18—20)...

...виферон и арбидол, принимаемые с первого дня заболевания гриппом, эффективно снижают температуру и сокращают сроки болезни, однако в эксперименте с арбидолом у 5% пациентов температура не нормализовалась даже на пятые сутки («Вопросы вирусологии», 2008, № 1, с.31—33)...

...сероводород может синтезироваться в области нервно-мышечного синапса и играть роль модулятора освобождаения ацетилхолина («Нейрохимия», 2008, т.25, № 1—2, с.138—145)...

...во взаимодействии токсинов кишечной палочки с мембраной эритроцита важную роль играют поверхностные белки («Биологические мембраны», 2008, т.25, № 2, с.117—121)...

...создан международный консорциум, поставивший целью отсекавениро-



вать геномы 1000 человек; стоимость проекта составит 30–50 млн. долларов («Nature Biotechnology», 2008, т.26, № 3, с.256)...

...монголоидные компоненты митохондриальной ДНК среди русского населения Восточной Европы наиболее характерны для жителей Русского Поморья и Северо-Западного региона; видимо, эти компоненты были привнесены на Север еще в эпоху раннего неолита («Генетика», 2008, т.44, № 3, с.401–406)...

...у коренных жителей Горного Алтая часто встречаются заболевания шитовидной железы в связи с дефицитом йода; в высокогорных районах заболеваемость диффузным зобом может достигать 70% («Проблемы эндокринологии», 2008, т.54, № 1, с.36–40)...

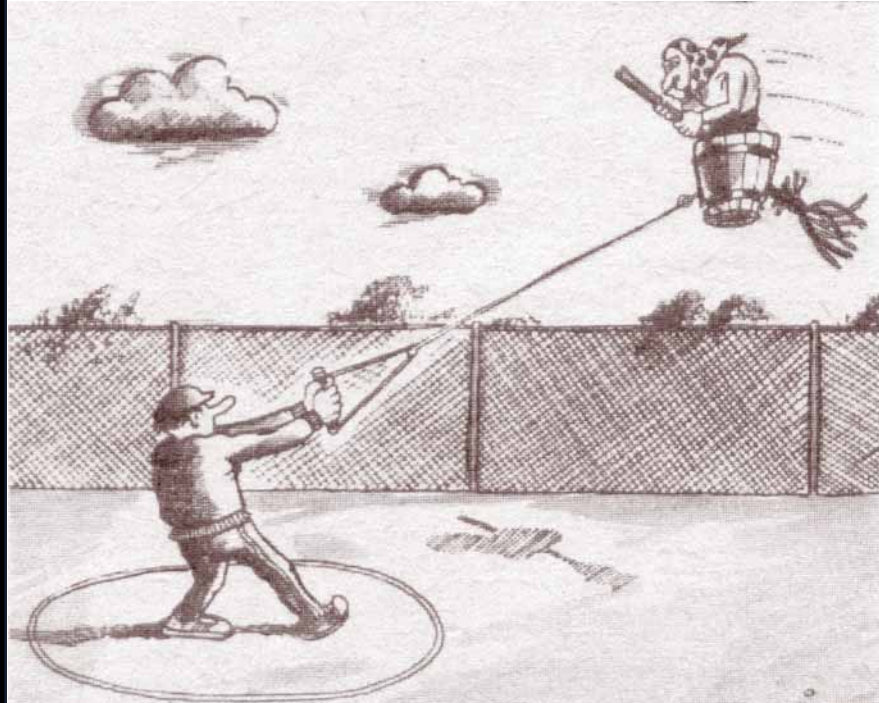
...не исключено, что убийство 32 человек в кампусе Вирджиния Тек 16 апреля 2007 года поведет к принятию новых законов о принудительном лечении психических заболеваний («New Scientist», 2008, т.197, № 2648, с.8–9)...

...дикие виды птиц, вероятно, поселяются в городах, через которые пролетают во время осенних миграций, или же в результате экспансии молодых особей при подъеме численности вида в природе («Сибирский экологический журнал», 2008, т.15, № 1, с.123–132)...

...разрабатываются программы дельфинотерапии для детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивности («Психологический журнал», 2008, т.29, № 2, с.107–120)...

...в России более полумиллиона детей, находящихся на попечении государства, и 95% из них — сироты при живых родителях, фактически лишенные закрепленного в Конвенции ООН по правам ребенка права на семью («Экология человека», 2008, т.3, с.34–37)...

...исследована изменчивость щечных зубов в пяти популяционных выборках евразийского песца («Зоологический журнал», 2008, т.87, № 3, с.344–347)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Кочерга нейтронной звезды

Согласно одной из идей Станислава Лема, жизнь на Земле зародилась из вылитых с космического корабля помоев, которые матрос размешал левозакрученной кочергой. Из-за этого теперь все аминокислоты в живых существах закручены именно в эту сторону.

Ученые давно ищут такую кочергу и все никак не могут найти. Очередную гипотезу предложил профессор Колумбийского университета Рональд Бреслоу, который до недавнего времени возглавлял Американское химическое общество (агентство «НьюсВайс», 27.03.2008). По его мнению, в роли кочерги мог выступить свет нейтронной звезды. Оказывается, излучение этих поразительных объектов поляризовано по кругу. Поэтому, пролетая с одной стороны от звезды, галактический метеорит попадет под правозакрученный луч, а с другой стороны — под левозакрученный.

Такой свет обладает огромной энергией и разрушает аминокислоты, которые, как недавно было установлено (см. «Химию и жизнь», 2008, № 4), содержатся во многих метеоритах. Однако степень разрушения зависит от того, как соотносятся направления закручивания аминокислоты и света. Поэтому в подвергшемся такой обработке метеорите одного оптического изомера аминокислот останется на 10% больше, чем другого.

Если же этот метеорит в конце концов долетит до Земли и плюхнет в ее море, то его аминокислоты в воде растворятся. А что с ними будет дальше? Профессор Бреслоу растворил в воде оба изомера аминокислоты, причем левых взял на 5% больше, чем правых. При высыхании право- и левозакрученные аминокислоты объединялись в пары и кристаллизовались, а в растворе оставалось все больше и больше левозакрученных аминокислот. Если все так и происходило в древнем океане, то они-то и могли стать первыми кирпичиками, из которых потом была построена жизнь. Этот путь теряется в потемках миллиардолетий, и в поисках путеводной нити профессор Бреслоу планирует теперь обратить внимание на нуклеиновые кислоты.

А. Мотыляев



Художник Н. Колпакова



А.В.КРОТОВУ, Новосибирск: Центры окраски — дефекты кристаллической решетки, поглощающие цвет в спектральной области, в которой отсутствует поглощение собственно кристалла; именно они придают окраску некоторым драгоценным камням, например цветным алмазам.

М.Л.ВАЛУЕВОЙ, Москва: Изделия из полимерной глины, твердеющей при высокотемпературной обработке (она же термопластик), категорически нельзя запекать в микроволновой печи — только в духовке или специальной печи, при строгом соблюдении инструкции на упаковке.

Р.М.ТУМАНОВСКОМУ, Челябинск: Антивитамины — вещества, вызывающие снижение или полную потерю биологической активности витаминов; антивитамин может быть структурным аналогом витамина или разрушать его молекулы.

А.ЧИСТЯКОВУ, письмо из Интернета: И в самом деле, похоже, есть два различных рода крестоцветных, в быту и кулинарии называемых руколой, — помимо гулявника (*Sisymbrium*), имеется еще *Eruca sativa* (индау посевной), род почтенный и давно культивируемый; однако *Sisymbrium* совершенно точно употребляют в пищу.

Л.С.МИЛЕВСКОЙ, Санкт-Петербург: Листья мать-и-мачехи для медицинских целей можно собирать в течение первой половины лета; не забывайте, что отвары и настои этого растения не рекомендуют беременным и кормящим, детям до двух лет, а также лицам, страдающим заболеваниями печени.

Галине ВЕСНИНОЙ, вопрос из Интернета: Холестерин поступает в организм человека не только с пищей, он синтезируется во многих тканях из сравнительно простых молекул, так что в организме вегетарианца он тоже присутствует; что касается незаменимых аминокислот, то хорошо подобранная вегетарианская диета не создает их дефицита.

З.В., вопрос из Интернета: Мы не можем рекомендовать готовить пищу на сковороде, с которой счистили антипригарное покрытие; даже если его удалили полностью, под ним открылась поверхность, относительно которой изготовители сковородки не дают никаких гарантий...

ВСЕМ ЧИТАТЕЛЯМ: В статье «Ювелирные металлы» в № 3 не указан автор фотографий — Б.З.Кантор; редакция приносит свои извинения.

Наконец-то настала весна. И оказавшись где-нибудь на берегу реки или озера, мы наверняка услышим кваканье. Мужчины сражаются за благосклонность дам в самых романтических традициях: устраивают песенные турниры. Ну а что потом, когда все песни перепеты?

У нас, млекопитающих, забота о потомстве — удел самки. Но переносить этот стереотип на другие классы животных едва ли правильно. У птиц широко распространена моногамия, да такая, что впору ставить в пример людям: оба родителя по очереди насиживают яйца, а затем выкармливают птенцов. А бывают среди птиц и «отцы-одиночки», как, например, у страусов нанду. Рыбы заботятся о потомстве сравнительно редко, но когда заботятся — чаще, как ни странно с нашей млекопитающей точки зрения, это делают папы. У амфибий бывает по-разному: всем известны самоотверженная маменька — жаба пипа и почти такой же самоотверженный папенька — самец жабы-повитухи. Он обматывает лентами с икрой свои бедра и щеголяет в штанах с карманами, пока не выведутся головастики.



Любовь под водой

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

Откуда происходит такое классовое неравенство? Ответ можно поискать в биологии размножения. Во-первых, понятно, что забота о потомстве бывает у тех, у кого потомство родится несамостоятельным (ну, или яйцо погибает без насиживания). Во-вторых, все зависит от того, какая нужна забота. У млекопитающих отец не сможет полностью заменить мать по простой причине: молока у него нет. Однако, например, у хищников, детеныши которых нуждаются в длительной опеке и другой пище, кроме молока, отцовская помощь семье не редкость. Скажем, лисы — очень преданные мужья и любящие папы.

Совершенно иная ситуация у птиц. И высидывать яйца, и носить целыми днями мешек-букашек в прожорливые клювы матери-одиночке тяжело, ведь ей, между прочим, и самой нужно есть! Поэтому у

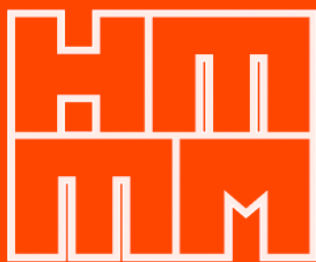
птиц естественный отбор гораздо сильнее, чем у зверей, благоприятствовал отцовским чувствам: у заботливых пап выживало гораздо больше птенцов.

А чем отличается любовь у тех, кто мечет икру? Тем, что у рыб и амфибий оба пола оказываются почти в равном положении, и самки могут сказать о себе: «Наше дело — не рожать». Половые клетки и у самок, и у самцов попадают в воду. Причем самец делает «это» вторым, давая самке время улизнуть. Возможно, поэтому «брошенным с детьми» часто оказывается он. Любителям книжек о животных с детства памятен морской конек, который вынашивает детей в сумке на животе, и самец колюшки с его похожим на муфту гнездышком. Менее известно, что гнезда для икры, правда, более примитивные, строит и обыкновенный сом.

Амфибии, как и рыбы, занимаются этим в воде, и внутреннее оплодотворение у них встречается нечасто, но у лягушек, например, икротетание обязательно сопровождается страстными объятиями. А без них — никак: у некоторых видов лягушка в отсутствие самца может даже погибнуть от разрыва яйцеводов. Именно во время этих объятий икринки вдавливаются в спину мамы-пипы, либо шнуры с икрой наматываются на ноги папы-повитухи.

Впрочем, наши лягушки — травяная, остромордая, озерная — спокойно предоставляют икру ее собственной участи. И судя по тому, что мы опять слышим кваканье, эта стратегия тоже себя оправдывает.

Е.Котина



VIII Всероссийская выставка научно-технического творчества молодёжи НТТМ-2008

25 – 28 июня 2008 г., Москва, ВВЦ, павильон № 57



Организаторы:

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Правительство Москвы,
Всероссийский выставочный центр,
Совет ректоров вузов Москвы и Московской области



При поддержке:

Торгово-промышленной палаты Российской Федерации



НТТМ-2008 – это:

Праздник молодёжной науки, демонстрация уникальных возможностей начинающих специалистов в построении общества, основанного на знаниях;



Итоги смотров, конкурсов и выставок научно-технического творчества и научно-исследовательской деятельности молодых специалистов, аспирантов, студентов, школьников, учащихся центров дополнительного образования;



Результаты поиска перспективных решений, воплощение новых идей в области науки, техники и технологий.



Победители конкурса номинируются на:

- ♦ премию для поддержки талантливой молодежи
- ♦ присуждение грантов по программе «У.М.Н.И.К»
- ♦ вручение медалей «За успехи в научно-техническом творчестве молодежи»



Участники выставки – представители интеллектуальной молодёжи из регионов России и стран СНГ в возрасте от 12 до 27 лет.



www.nttm-expo.ru
www.vvcentre.ru