



Ж

4

2009

ЖИЗНЬ И ВРЕМЯ





Химия и жизнь—XXI век

Ежемесячный
научно-популярный
журнал

4 2009

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

Подписано в печать 1.4.2009

Адрес редакции:

125047 Москва, Миусская пл., 9, стр. 1

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»



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Кэя Сажы «Я видел три
города». Давнишняя мечта все знать,
все видеть и везде быть может быть
исполнится, а может и нет. Об этом
читайте в статье «Телепортация».

Решили всем народом
(Велик народный разум)
Дышать не кислородом,
А углекислым газом.

Проф. А.А.Лопаткин

Содержание

Информнаука

НАНОКРЕМНИЙ ЗАЩИЩАЕТ ОТ СОЛНЦА	2
ВОЗЬМЕМ СЕЛЕН ИЗ РАСТЕНИЙ	2
ПЕРЕХОД НА ЛЕТНЕЕ ВРЕМЯ ВРЕДЕН ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ	3

Размышления

ВЕЛИКИЕ ЗАДАЧИ ХИМИИ. Филипп Болл	4
---	---

Научный комментатор

ПЛЕТЕНИЕ ИЗ ИОНОВ БОРА. С.М.Комаров	8
---	---

Знаки будущего

ФИЗИКА НЕВОЗМОЖНОГО: ТЕЛЕПОРТАЦИЯ. Митио Каку	10
---	----

Технология и природа

БИОГАЗ И ПОТЕПЛЕНИЕ. С.М.Комаров	18
--	----

Интервью

БЕЗ ПОЛИТИЧЕСКОЙ ВОЛИ НИКАКОГО БИОГАЗА У НАС НЕ БУДЕТ С.В.Калужный	19
---	----

Проблемы и методы науки

КРОХОТНАЯ МОДЕЛЬ ЖИЗНИ И СМЕРТИ. А.В.Товмаш, А.С.Садовский	22
--	----

Почему бы и нет

МОНГОЛЬСКОЕ НАШЕСТВИЕ ТРЕМАТОД. А.М.Черников	26
--	----

Проблемы и методы науки

НЕВЫДУМАННЫЕ РИСКИ ТРАНСГЕННЫХ РАСТЕНИЙ. А.Г.Викторов	28
---	----

Земля и ее обитатели

ТА ПОРОДА. Н.Л.Резник	32
-----------------------------	----

Проблемы и методы науки

ЖИЗНЬ БЕЗ СВИНОПАСА. П.Квадрат	34
--------------------------------------	----

Расследование

ВЗЛЕТ И ПАДЕНИЕ «ЖУРНАЛА НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ АСПИРАНТОВ И ДОКТОРАНТОВ». М.С.Гельфанд	36
--	----

Фотоинформация

СЛЕД АМЕБЫ. Е.Клещенко	40
------------------------------	----

Справочник

НАРАЩИВАЙ ПРАВИЛЬНО. И.А.Леенсон	43
--	----

Проблемы и методы науки

СИНТЕЗ ТРАНСУРАНОВ — БЕЗ УСКОРИТЕЛЯ	46
---	----

Расследование

СОЛЕННЫЙ ЛЕД. Б.Анофелес	48
--------------------------------	----

Портреты

МЕНДЕЛЕВИЯ. Е.В.Бабаев	50
------------------------------	----

Фантастика

СКРИПУЧАЯ ХИБАРКА. Екатерина Медведева	54
--	----

Непростые ответы на простые вопросы

ХРЕН. Н.Ручкина	60
-----------------------	----

Материалы нашего мира

КАК С ГУСЯ ВОДА. М.Демина	64
---------------------------------	----

ИНФОРМАЦИЯ	21	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	62
В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ	16	ПИШУТ, ЧТО...	62
КНИГИ	27, 59	ПЕРЕПИСКА	64



НАНОТЕХНОЛОГИИ

Нанокремний защищает от солнца

Основой новых косметических препаратов может стать нанокремний. Ученые из Московского института стали и сплавов сравнили привычные солнцезащитные кремы, с оксидами титана и цинка, и суспензию наночастиц кремния. Кремний оказался на высоте (dk@mis.ru).

Как показали испытания, различные солнцезащитные кремы (коммерческие продукты, степень защиты 10 и 25) вполне справляются со своей задачей не пропускать ультрафиолет. Но кремы на основе оксидов титана и цинка не просто отфильтровывают вредное излучение (пропуская полезное и безвредное), а поглощают все подряд. Кроме того, под действием ультрафиолета они могут способствовать образованию активных радикалов.

В солнцезащитных кремах нового поколения наноразмерные частицы оксидов будут заменены на наночастицы кремния. Замена кажется привлекательной — кремний, в отличие от оксидов, не раздражает кожу, не провоцирует образование радикалов. Вот что говорит руководитель исследования, кандидат технических наук Д. Кузнецов: «Все испытанные образцы полностью поглощают жесткое (100–280

нм) и среднее (280–315 нм) УФ-излучение, частично пропускают мягкий ультрафиолет (315–380 нм) и прозрачны в видимой части спектра (до 95% в области 700–1000 нм). При этом нанокремний безопасен для организма, поскольку частицы покрыты защитной пленкой оксида кремния, безвредного для человека. Нанокремний может служить хорошей основой для новых косметических препаратов — безопасных, оптически прозрачных, задерживающих УФ-излучение нежелательного диапазона и пропускающих лучи, необходимые для синтеза витамина D. Нанокремний способен защитить от ультрафиолета не только человека, но также и древесину, полимеры и пластмассы».

БИОХИМИЯ

Возьмем селен из растений

Лекарственные растения, накапливающие селен, исследовали специалисты Института биохимии им. А.Н.Баха РАН, Главного ботанического сада им. Н.В.Цицина РАН и Витебского медицинского университета (Белоруссия). Ученые уверены, что использование этих растений в медицинской практике может решить проблемы, вызванные дефицитом селена (inbi@inbi.ras.ru, Vitamin_inbi@freemail.ru).

Минимальная доза селена, необходимая человеку, составляет 20–30 микрограмм в сутки (к слову, в США — 70 микрограмм в сутки для взрослых мужчин). Казалось бы, немного, но население большей части территории России испытывает дефицит этого элемента — его очень мало в почве. Глубокий дефицит селена отмечают в Бурятии, Читинской области и, возможно, Иркутской области. Недостаточная обеспеченность селеном характерна для многих регионов России, в том числе Ленинградской, Псковской, Новгородской, Калужской, Брянской и Ярославской областей, Поволжья и Алтайского края.



Если организму не хватает селена, то жди проблем — онкологических болезней, патологий сердечно-сосудистой системы, снижения иммунитета и развития атеросклероза. Этим перечнем неприятностей не ограничивается, но и его достаточно, чтобы действовать. Поэтому в некоторых странах, где почвы обеднены селеном, приняты специальные программы обогащения селеном продуктов питания. А например, в Финляндии в почву вносят селеносодержащие удобрения.

В России подобной программы нет, и вопрос, принимать или не принимать селеносодержащие биологически активные добавки, каждый решает сам, благо в аптеках есть выбор. Однако давно известно, что растения в качестве источников многих биологически важных элементов, в том числе селена, предпочтительнее таблеток. Прежде всего, микроэлементы в них связаны с органическими соединениями, а в такой форме они лучше усваиваются. Селен, в частности, образует в растениях комплекс с белками — селенометионин. Селен в таком виде в 5–10 раз доступнее нашему организму, чем в виде неорганических соединений.

Второе преимущество в том, что лекарственные растения и полученные из них фитопрепараты действуют на человека гораздо мягче, чем синтетические средства, реже вызывают побочные реакции и аллергию. К тому же лекарственные растения содержат сопутствующие соединения, которые помогают усваивать активные вещества и ускоряют их действие.

Ученые определили элементный состав 180 видов лекарственных растений и выявили растения-концентраторы, которые накапливают в 6–12 раз





больше селена, чем представители других видов, даже растущие по соседству. Особенно отличились в этом смысле солодка, эфедра, эвкалипт, донник и хвощ полевой.

Традиционное действие этих растений не совпадает с действием селена. Например, донник используют в качестве противовоспалительного средства, солодку — при некоторых заболеваниях желудочно-кишечного тракта и дыхательных путей, для лечения аллергического дерматита. Препараты на основе эфедры традиционно применяют при бронхиальной астме, аллергических заболеваниях и пониженном давлении; эвкалипт с древности используют при терапии перитонитов, трофических язв, при эрозии шейки матки; хвощ — широко известное мочегонное.

Назначая прием этих растений в качестве лекарственных средств, медики не учитывают присутствие селена. По словам авторов исследования, «он придает растениям дополнительные целебные свойства, которые... остаются вне поля зрения». Они считают, что применение растений — концентратов селена особенно целесообразно при смешанных патологиях, например при сердечной недостаточности и хронической болезни легких. В таких случаях необходимое сочетание синтетических лекарств приходится подбирать индивидуально, что сделать довольно сложно. А вот использование солодки голой и эфедры хвощевой даст нужный эффект: селен положительно влияет на сердечно-сосудистую систему, а сами растения показаны при заболеваниях верхних дыхательных путей и бронхиальной астме.

ФИЗИОЛОГИЯ

Переход на летнее время вреден для здоровья

Испокон веков люди определяли время по Солнцу, ориентируясь, как и остальные живые существа, на его восходы и закаты. Биологические ритмы человека связаны с постоянным поясным солнечным временем, а сбой биоритмов может привести к тяжелым нарушениям в деятельности организма. Сотрудники Института космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г.Шафера СО РАН, Медицинского института Якутского государственного университета им. М.К.Амосова и НЦ клинической и экспериментальной медицины СО РАМН установили, что смена времени на «летнее» вызывает у человека стресс-реакцию, связанную с истощением адаптивных резервов организма (hasnulin@ngs.ru).

Ученые обследовали 29 жителей Якутска обоего пола, разного возраста и состояния здоровья. Все они заранее получили информацию о сути намеченного обследования и согласились на участие в нем. У добровольцев определяли состояние сердечно-сосудистой системы методом электроакупунктурной диагностики: электропроводность в определенных точках отражает функциональное состояние того или иного органа. В течение двух недель до перехода на «летнее» время и четырех недель после него с 9 до 11 часов местного времени в рабочие дни у участников эксперимента регистрировали проводимость в определенных точках, связанных с состоянием сердца и сосудов.

Выяснилось, что у восьми человек из двадцати девяти (27,6%) показатели сердечно-сосудистой системы после смены времени остались в норме, у 11 добровольцев (37,9%) перевод часов на летнее время привел к пониженной функции сердца и сосудов, и у 10 обследованных (34,5%) перевод часов вызывает некоторый рост функциональной активности сердечно-сосудистой системы.

Несколько раньше влияние перехода на летнее время на организм спортсменов исследовали сотрудники Научного центра клинической и экспери-



ментальной медицины Сибирского отделения Российской академии медицинских наук (НЦКЭМ СО РАМН). Более половины спортсменов реагировали на смену времени активацией адаптационных резервов организма. У остальных обследованных, которые в «зимнее» время отличались повышенной утомляемостью и неважным самочувствием, ученые отметили снижение иммунитета и функциональной активности полушарий мозга, ухудшение показателей умственной работоспособности, увеличение уровня стрессовых гормонов. Спортсмены этой группы жаловались на ухудшение сна, плохой аппетит, слабость и усталость во второй половине дня.

Введение «летнего» времени, несогласованного с солнечным поясным временем, — это несомненный стресс, заключают ученые. Чтобы его пережить, организм напрягает адаптивные резервы, и, если здоровье некрепко, а уровень адаптивных резервов невысок, стресс-реакция будет негативной.

По мнению исследователей, оптимальным физиологической и экологической точек зрения можно считать лишь такой ритм жизнедеятельности человека, который совпадает с реальными в данной местности сменами дня и ночи, с восходами и закатами Солнца. Искусственное выделение часовых поясов, несогласованных с естественной ритмикой светового режима, — дополнительный стресс-фактор для людей.



Великие задачи химии

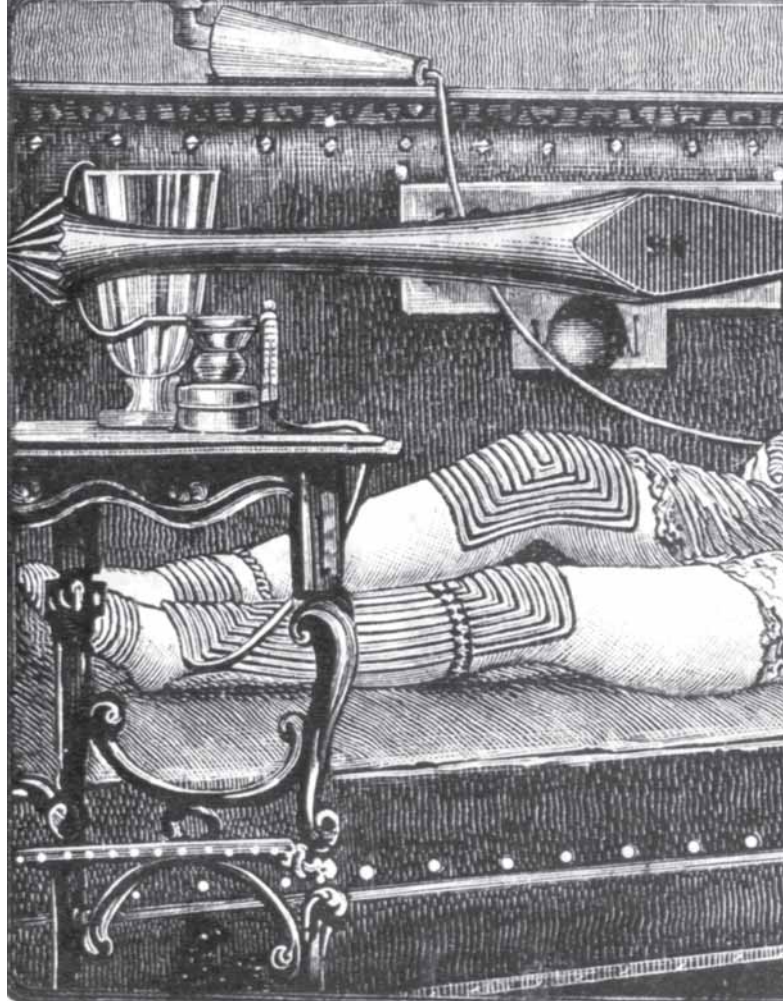
Филип Болл

По материалам «Nature» (442, 2006)

Иногда возникает ощущение, что в химии уже не осталось никаких фундаментальных, специфически химических задач и проблем (тех, которые по-английски называют challenge — вызов, стимулирующий деятельность и развитие). В результате она постепенно превращается в удобный инструмент, с помощью которого ученые разного профиля формулируют и решают свои важные задачи. Отношения и границы раздела между ведущими естественными науками всегда были непростыми, а сегодня они продолжают усложняться. Легко заметить, что в последние десятилетия физиков «слышно» довольно хорошо и свои задачи они формулируют очень емко: как возникла наша Вселенная? Каким образом время и пространство переплетаются на разных уровнях, от атомов до космоса? Похожая ситуация сложилась и в биологии, которая как бы поставила своей главной целью поиски ответа на великий вопрос, сформулированный в названии знаменитой книги Э.Шредингера «Что такое жизнь?». Это позволяет биологам легко планировать и организовывать такие грандиозные проекты, как «расшифровка» молекулы ДНК, картирование генома или расшифровка белковых структур и их взаимодействие. Можно привести другие примеры постановки красивых и глобальных задач, приводящих к запуску серьезных проектов.

Выступления химиков в средствах массовой информации выглядят гораздо скромнее, а решаемые ими задачи редко отличаются величиной и грандиозностью. Создается даже впечатление, что эпоха химии закончилась, хотя бы потому, что в ней не осталось великих загадок. Крупные проблемы или даже сверхзадачи сформулировать очень важно, поскольку классическая («университетская») химия переживает сейчас не лучшие времена, а общие тенденции ее развития выглядят неопределенными, в частности, из-за постоянного сокращения финансирования. Например, химический факультет известного английского университета в Сассексе (где много лет работал нобелевский лауреат и один из первооткрывателей фуллеренов Гарри Крото) последние годы находится под угрозой закрытия. Пока сотрудникам факультета удастся противостоять попыткам преобразования его в отдел «химической биологии» (при отделении «наук о жизни»), однако многие другие, менее знаменитые химические факультеты и учреждения с трудом борются против сокращений или даже ликвидации. Аналогичная тенденция прослеживается в США. Например, недавно редактор журнала «Chemical and Engineering News», издаваемого Американским химическим обществом (ACS), даже предложил сменить его название на Общество молекулярных наук и технологий.

На фоне закрытия факультетов и сокращения общего



числа студентов многие химики и сами перестают воспринимать родную науку как одну из ведущих. Проблема усложняется тем, что важные направления все чаще превращаются в «химические разделы» других наук.

Журнал «Nature» попытался оценить перспективы, для чего спросил ведущих специалистов, что же можно считать великими проблемами химии? В этой статье — некоторые характерные ответы и мнения. Цель публикации — заставить химиков задуматься над тем, нужны ли вообще химии какие-то собственные, специфические великие задачи и каким образом они могут быть сформулированы.

Сложность этих вопросов обусловлена прежде всего тем, что химия действительно отличается от других наук именно своей объединяющей, синтетической ролью, тогда как многие научные дисциплины (например, физика, биология, астрономия, геология и другие) нацелены скорее на открытие чего-то нового в конкретной области. Это отличие принципиально и существенно, ведь еще в 1860 году великий французский физикохимик Марселен Бертло указывал, что «химия сама создает себе объекты изучения».

Многие химики считают, что главное преимущество их науки в том, что она пронизана творчеством. Например, известный химик-органик Рон Бреслоу из Колумбийского университета в Нью-Йорке (бывший президент Американского химического общества) считает, что химия способна ставить перед собой цели и задачи, решать которые другие науки не могут. Он даже ехидно спрашивает: «А существует ли синтетическая астрономия, способная регулировать гравитационную постоянную и изменять ее воздействие на свойства Вселенной или даже как-то улучшать эти свойства?»

Интересно, что именно сейчас, когда мировая наука стала сложным сочетанием научных дисциплин, химики вновь



Художник Макс Эрнст



РАЗМЫШЛЕНИЯ

ком знаний, то их специальность действительно может выродиться и потерять свою особенность. Сами химики рискуют превратиться в инженеров-технологов, постоянно занятых поиском частных решений для конкретных производственных задач. Оказалось, что по этому сложному вопросу исследователям трудно выработать общую точку зрения.

Известный специалист по неорганической химии, Джон Мериг Томас из Королевского института в Лондоне, полагает, что химия по своей внутренней природе обречена быть наукой о частностях и особенностях. В качестве примера он приводит фундаментальную для химии проблему обобщения типов связи. Несколько неожиданно Томас отмечает, что этой проблемой, по его мнению, не стоит заниматься вообще, поскольку для химии гораздо важнее изучение конкретных связей в конкретных типах молекул. Было бы смешно, считает Томас, «если бы химики стали слишком обобщать свои проблемы, стремясь, например, создать всеобщую теорию катализа, применимую одновременно ко всем типам химических реакций (от ферментации до синтеза материалов и процессов на поверхностях раздела фаз)».

На практике многие химики с удовольствием занимаются прикладными и практическими проблемами и не обижаются, когда специалисты из других областей науки «крадут» у них наиболее интересные и важные направления. Это снова заставляет нас задуматься о том, существуют ли еще чисто химические великие проблемы, способные пробудить интеллектуальный азарт и интерес молодых исследователей? Почему нет красивых и интересных проектов, наподобие глобальных «вызовов» современной физики и биологии?

При этом в распоряжении химиков остаются собственные методы, с помощью которых можно прояснить темные места многих других наук. Например, по мнению большинства ответивших на вопросы журнала «Nature» специалистов, важнейшие перспективы развития современной химии связаны с биологией. Известный физикохимик Ричард Заре из Стенфордского университета полагает, что «великие вопросы химии — это понять процессы, обеспечивающие жизнедеятельность организмов», и Жаклин Бартон соглашается, что «реально описать биологические процессы можно, только поняв их химическую природу».

Химик Джордж Уайтсайд из Гарвардского университета развивает эту мысль до конца: «Изучение природы биологических клеток целиком относится к химии и не имеет ничего общего с биологией». По его мнению, при биологическом подходе (когда пытаются описать, как работают отдельные органы внутри организма) теряются количественные и молекулярные аспекты работы клеток. К этому можно добавить мнение нобелевского лауреата, молекулярного биолога Сиднея Бреннера (Институт Салка в Сан-Диего), который считает, что изучение клеток вообще не предмет биологии (хотя, разумеется, биологи будут возражать). С другой стороны, дискутировать на эту тему бессмысленно, поскольку другой ученый, например физик, всегда может

заявлять о своей особой роли. Например, заговорили о том, что «синтетическая биология» — это лишь ветвь прикладной химии, поскольку только с помощью химических методик можно синтезировать ДНК, проектировать белки и тому подобное. Специалистка по нуклеиновым кислотам Жаклин Бартон из Калифорнийского технологического института в Пасадене отмечает, что «химия — единственная наука, способная создавать никогда ранее не существовавшие вещества и объекты».

С другой стороны, возможно, именно нацеленность на создание и изучение новых типов вещества привела к тому, что химиков стали рассматривать как ремесленников (англичане говорят — лудильщиков), способных из любопытства или просто для забавы лишь отщипывать и изучать «крошки» молекулярного мира. Иногда такое изучение приносит пользу и прибыль, что подтверждает размытость границы между академической химией и ее практическим применением. Потребность в конкретных товарах и приложениях часто бывала в прошлом необходимым стимулом, приводящим к новым открытиям.

«Промышленность всегда питалась плодами химических исследований, — пишет Бартон, — и не стоит забывать, что они стали основой не только нефтехимии и фармацевтической промышленности, но также биотехнологии и даже производства кремниевых чипов для электроники». Профессор Бреслоу пишет, что химии сейчас нужны не грандиозные теоретические проекты, а крупные практические задачи, «создание прямых преобразователей солнечного света в энергию; сверхпроводящих материалов для передачи мощных потоков тока; обеспечение экологической безопасности крупномасштабных производств».

Разумеется, прикладная и промышленная химии очень важны, но если химики будут продолжать увлекаться лишь новыми методами получения новых веществ, а не поис-

сказать, что всю химию можно рассматривать лишь в качестве раздела квантовой механики...

Строго говоря, большинство фундаментальных проблем молекулярной биологии (сворачивание белков, генетическое кодирование биомолекулярных функций, избирательное молекулярное распознавание и так далее) — это специфические химические задачи. К тому же биологам и биохимикам, несмотря на все их успехи, пока не удается предсказывать структуру и создавать по заказу новые соединения, поэтому даже разработка и синтез новых биологических препаратов и лекарств — по-прежнему удел химиков.

С другой стороны, по мнению инженера-химика Мэтью Тиррела из калифорнийского университета Санта-Барбара, химию можно рассматривать даже в качестве одного из разделов информатики! Основание для такого утверждения — природа многих важных биомолекулярных процессов (например, передача нервных сигналов). На первый взгляд такое утверждение кажется забавным, однако вспомним о молекулярном распознавании веществ по принципу «ключ—замок», предложенным немецким химиком Эмилем Фишером еще в 1894 году. В наши дни эту теорию возродил один из создателей супрамолекулярной химии, нобелевский лауреат Жан-Мари Лен, который называет химию «наукой об информационном веществе». В этой связи очень важное значение для химии вообще приобретает идея самоорганизации вещества, в основе которой лежит представление о запрограммированной способности молекул сближаться друг с другом и взаимодействовать по очень сложным механизмам.

Методы искусственной репликации молекул — это тоже способность передавать и усиливать информацию. Рассматривая такие системы, Лен приходит к выводу, что «химия может существенно помочь в решении одной из важнейших задач науки вообще: каким образом возникает самоорганизация вещества и как процесс самовоспроизведения привел к появлению во Вселенной новой формы вещества, способной даже размышлять о собственном происхождении?». Лен полагает, что следующий этап развития науки — появление химических «обучающихся систем», а точнее, запрограммированных на самосборку ансамблей, способных к накоплению «жизненного опыта». Кстати, в качестве еще одной принципиальной проблемы химической биологии он называет механизм процесса запоминания. «Как только мы узнаем ответы на эти вопросы, мы сможем создавать новые мысли и целые массивы памяти или научимся восстанавливать старые», — предполагает Жаклин Бартон.

Уайтсайд усомнился в том, может ли химия связать кремниевую электронику и нервную систему, то есть можно ли подключить компьютер к серому веществу работающего мозга? На первый взгляд кажется, что эту задачу, как и сейчас, должны решать нейropsихологи и инженеры-электронщики. Однако стоит вспомнить, что сигналы между нейронами в нервной системе человека передают химические вещества-медиаторы, поэтому и общение между двумя системами (мозг/компьютер) должно осуществляться на языке химии.

Читатель вправе засомневаться, а стоит ли считать такие задачи чисто химическими? Именно так полагает Уайтсайд: «В настоящее время все самое интересное в науке относится к химии». Он предлагает рассматривать в рамках химии даже те вопросы, которые традиционно относятся, например, к астрономии. Ведь существование планет, похожих на Землю, или строение спутников Сатурна в конечном счете сводится к фундаментальным проблемам молекулярного строения.

Все, о чем мы говорили, справедливо для большинства междисциплинарных исследований, ведь решение научной задачи — это почти всегда определение механизмов

на молекулярном уровне. Кроме того, на стыке наук химии сталкиваются с проблемой, которую можно назвать глобальной, а именно с определением, пониманием и объяснением зависимостей «молекулярная структура — функциональные особенности».

Связи «структура — свойства» особенно важны при создании новых лекарств. Жаклин Бартон отмечает, что только после изучения этих зависимостей мы сможем придать молекулам высокую специфичность (характерную для клеток, органелл и тканей живых существ) и научимся направлять лекарства точно в нужные участки организмов. При такой формулировке легко заметить, что проблемы биохимии очень похожи на классические задачи, которые всегда приходилось решать химикам при создании катализаторов и промышленных процессов. К сожалению, успехи химии в этом главнейшем направлении пока невелики и мы можем определять связи «структура — свойства» лишь для очень простых и малых по размеру молекул, причем даже в этих случаях задача довольно трудна.

Химики-теоретики знают, что эволюция реагирующей системы напоминает движение точки по сложной, многомерной поверхности в энергетическом пространстве. В такой модели описание сворачивания белков требует расчета траектории отдельных пептидных цепочек на энергетическом «ландшафте», а завершение маршрутов в некоторых «долинах» соответствует возникновению правильных конформаций. По мнению Джона Томаса, в современной биологии уже недостаточно, как раньше, установить точные связи типа «структура — свойства», а необходимо дополнительно учитывать особенности элементов структуры по энергетическим ландшафтам. Другими словами, в биохимических процессах важнейшую роль начинает играть динамика процесса.

Знаменитый химик, нобелевский лауреат Ахмад Зевайль мыслит еще более масштабно — он полагает, что динамические свойства соединений могут оказаться в химических процессах даже важнее их молекулярной структуры. Сегодня уже ясно, что взаимодействия биологических молекул не могут быть описаны в рамках простой модели «ключ — замок» (даже при хорошем согласовании геометрических и иных параметров), нужно также обязательно учитывать динамику поведения реагентов и растворителей. Динамические особенности — вот что для Зевайля становится основной задачей химии. Он предлагает химикам не только определять молекулярную структуру реагентов, но и научиться управлять реакцией непосредственно при передвижении химической системы по энергетическим поверхностям. Иногда это уже удается осуществить, например воздействуя нужными импульсами лазерного излучения на молекулу в заданных квантовых состояниях. К сожалению, такое управление химическим процессом возможно лишь для очень простых молекул и систем, а интересные биологические структуры пока остаются слишком сложной задачей.

Сказанное открывает перед химиками не только новые перспективы, но и создает новые проблемы. На протяжении столетий заветной целью химиков был «молекулярный дизайн», а современная наука показывает, что этого умения уже недостаточно и в будущем придется научиться еще и управлять создаваемыми структурами. Бартон комментирует эту ситуацию в следующих выражениях: «Выясняется, что, даже если мы когда-нибудь научимся очень быстро создавать любые молекулы заданного типа со 100%-ной чистотой (на что раньше студенты и аспиранты тратили годы напряженного труда), это еще не будет означать реального решения задач химического синтеза. Проблема современной химии — в понимании природы и законов, позволяющих эффективно и целенаправленно управлять сборкой атомов в новые молекулы».

Ученые разных специальностей обычно просто используют разные атомы и молекулы, но только химики представляют себе, насколько трудно на практике создавать новые вещества. Легко вообразить, как охотно займутся физики новыми высокотемпературными сверхпроводниками или биологи — какими-то новыми синтетическими бактериями. Все любят изучать и применять новые вещества и материалы, но создавать эти объекты приходится именно химикам. Если когда-нибудь другие дисциплины «раздробят» и поглотят химию по частям, то, возможно, в результате этого постепенно исчезнет и ценное искусство создания сложных новых веществ или объектов.

Более того, мне кажется, что основное направление развития классической химии (то, что принято называть целенаправленным синтезом) теряет в последнее время свою интеллектуальную привлекательность и обаяние. Некоторые специалисты также полагают, что химики должны перестать заниматься простым описанием и созданием объектов: им необходимо расширить круг интересов и (подобно физикам!) задуматься о познании возможных миров, возникающих на основе всех соединений. Бреслоу пишет по этому поводу: «Химия имеет высокую практическую ценность, но сейчас она не может считаться фундаментальной наукой, обладающей собственной базой. Новое качество она приобретет лишь тогда, когда химики начнут сознать, что огромное количество существующих в природе молекул и реакций — лишь ничтожная часть всего немыслимого числа веществ и процессов, которые еще могут быть созданы, придуманы и изучены».

По самой грубой оценке, из известных химических элементов может получиться около 10^{40} разных типов молекул с обычными размерами (как стандартные лекарственные препараты). Бреслоу отмечает, что «мы знаем лишь 1% от этого обилия соединений, включая природные и те, которые химикам уже удалось синтезировать». Кстати, фантастическое изобилие возможных вариантов химических веществ само по себе отвергает любую попытку свести химию к достижению ограниченного числа целей. Нобелевский лауреат Роальд Хофманн также считает, что «Вселенная не может ограничиваться лишь несколькими фундаментальными частицами и сотней типов атомов разных химических элементов. Она должна включать и все немыслимое число синтезируемых из этих элементов соединений, отличающихся бесконечным разнообразием структур и функций».

Большинство химиков, конечно, спокойно продолжает работать, не думая о формулировке великих задач. Однако многие ученые полагают, что наличие фундаментальных проблем и целей просто необходимо для идентифи-

кации любой научной дисциплины. С другой стороны, известно, что излишняя конкретизация задач и привлечение внимания научного сообщества (или широкой публики) к «великим» проблемам часто не приносят пользы. Например, повышенный интерес общественности к созданию «Теории всего» или реализации проекта «Геном человека», говоря откровенно, не сильно помог развитию физики и биологии.

Наконец, можно вспомнить, что в химии (как, впрочем, и во всех остальных науках) важнейшие прорывы и открытия происходят совершенно неожиданно. Известный химик-неорганик из Мюнхенского технического университета Губерт Шмидбаур с некоторой иронией замечает: «За полвека занятий химией я не припомню, чтобы какое-то важное открытие состоялось именно на тех направлениях, которые в данный момент считались приоритетными или ключевыми. Думаю, что ситуация не изменится и в следующие пятьдесят лет». С ним соглашается Роальд Хофманн, мнением которого я хочу закончить эту статью: «В химии нет ничего похожего на целенаправленные поиски Святого Грааля. Творческий поиск (или творчество в научной работе вообще) напоминает скорее процесс охоты за зверями в темном лесу, где удача чаще сопутствует вольному стрелку, а не специалисту по ловушкам и сложным капканам. Совершенно случайно некоторые проблемы вдруг привлекают всеобщее внимание, однако такие задачи обычно похожи на яркие, но бесполезные елочные игрушки. Я лично всегда в роскошном саду природы старался заниматься не «большими деревьями», а предпочитал тщательно изучать «маленькие цветы»».

Перевод кандидата
физико-математических наук
А.В.Хачояна

Редакция будет благодарна за отзывы читателей. Присылайте их на redaktor@hij.ru, в теме письма напишите: «Великие задачи химии»

Комментарий переводчика

В статье Филипа Болла речь прежде всего идет о классификации наук и научных дисциплин. Эта проблема всегда была достаточно сложной (вспомним хотя бы химическую физику и физическую химию), но в последние годы она существенно обострилась в связи с развитием нанотехнологий и появлением совершенно новых методов формирования состава и структуры веществ (фотоника, лазерная химия и им подобных), которые все шире и быстрее внедряются в производство. Речь идет не только о формальном определении научных направлений, поскольку из определения «зон влияния» не-

избежно вытекают административные и практические действия, прежде всего связанные с подготовкой научных кадров, структурой научных заведений или финансированием научных проектов по различным ведомствам. Эти проблемы никак нельзя назвать формальными и теоретическими.

Более того, новые науки и направления (точнее, их определение в академической и университетской системах) уже сейчас создают серьезные проблемы в преподавании. Например, совершенно неясно, в каком объеме, как и на каких факультетах должны читаться многие учебные курсы, относящиеся к физике и химии наноматериалов, не говоря уже о

технологических дисциплинах, связанных с новейшими производствами.

Более формальным и теоретическим можно считать вопрос формулировки сверхзадач, специфических для химии, но нельзя забывать, что многие науки появились при решении именно таких глобальных задач и вызовов, причем абстрактный «выбор цели» часто приводил к совершенно неожиданным и замечательным результатам. Например, термодинамика возникла из длительных и бесплодных попыток создания вечных двигателей разного типа, а сама химия практически выросла из алхимии, попыток синтеза философского камня и многого другого.



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Плетение из ионов бора

Синтез бориды бора — один из тех сюрпризов, которыми неорганическая химия до сих пор, несмотря на сплетни о ее кончине (см. «Химию и жизнь», 2002, № 8), может порадовать исследователя. В самом деле, нет ничего удивительного, что в молекуле поваренной соли имеются отрицательно и положительно заряженные ионы соответственно хлора и натрия. Но вот чтобы ионная связь возникла между атомами одного и того же элемента, чтобы в зависимости от расположения в кристаллической решетке один из них отдавал электрон, а другой принимал его — такого химика еще не видели. А теперь не только увидели, но и смогли поддержать вещество в руках.

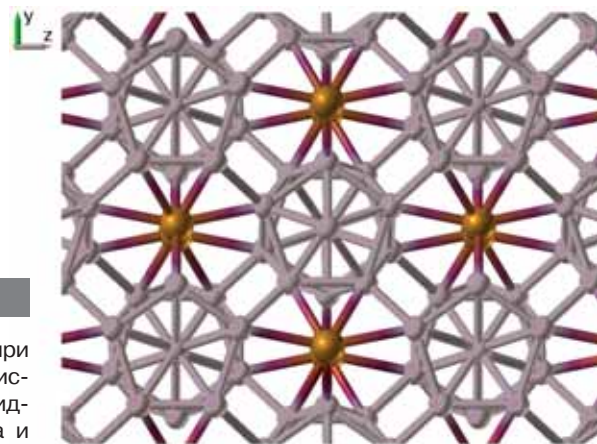
История тут вышла такая. В 2001 году возник очередной всплеск интереса к высокотемпературной сверхпроводимости: у простого, всем известного вещества, а именно у диборида магния японские исследователи обнаружили сверхпроводящий переход при температуре 39 К. Поскольку никакими ухищрениями эту температуру повысить не удалось, диборид пополнил список нереализованных надежд — и с его помощью передавать электричество по проводам на большие расстояния без сопротивления не получилось. Однако в том же году Михаил Еремец из геофизической лаборатории вашингтонского Института Карнеги, вдохновленный этой сенсацией, решил посмотреть, как себя ведет сам бор. Он стал его сдавливать, охлаждать и заметил, что под высоким давлением (160 ГПа) бор при охлаждении до 6 К становится сверхпроводником, а под давлением 250 ГПа эта температура вырастает до 11 К. Сами по себе такие значения температур никого удивить не могли, но странным было то, что у всех остальных сверхпроводников температура с ростом давления падает. У бора же она выросла. Из-за характерных скачков электропроводности по мере увеличения давления Еремец предположил, что бор претерпевает структурные превращения. Определить же структуру, которая приводит к сверхпроводимости, не удалось: все-таки опыты ставили на пластинке размером 40х2 микрона. Однако изучение электропроводности бора при высоком давлении продолжил другой сотрудник той же геофизической лаборатории — Ма Яньчжан, который впоследствии перешел в Техасский технический университет.

Спустя три года к изучению бора при высоком давлении приступили новые исследователи: Чэнь Цзюхуа из Флоридского международного университета и доктор химических наук В.Л.Соложенко из Института сверхтвердых материалов им. В.Н.Бакуля НАН Украины, ныне работающий в университете Париж-Норд. Независимо (насколько это позволяет многолетнее сотрудничество) друг от друга они работали со сверхчистым бором, в котором содержание других элементов не превышало десятитысячной доли процента, и пытались уточнить, какие превращения претерпевает решетка этого элемента при нагреве и под давлением.

Исследование сверхчистого бора — задача нетривиальная, поскольку элементарный бор легко поглощает примеси, а его структура к ним весьма чувствительна. Как писал многолетний ведущий рубрики «Элемент №...» В.В.Станцо (см. «Химию и жизнь», 1969, № 7), бор портил нервы многим выдающимся химикам. В 1858 году Ф.Вёлер и А.Сент-Клер Девиль установили, что он существует в двух модификациях — алмазоподобной и аморфной. Однако в 1876 году В.Гампе показал, что алмазоподобное вещество — на самом деле AlB_{12} . Еще через семь лет К.Жоли выяснил, что и аморфное вещество — никакой не бор, а $\text{B}_{45}\text{C}_2\text{Al}$. Впоследствии были открыты совсем уж экзотические, противоречащие всем правилам валентности химические соединения вроде NiB_{50} , $\text{YB}_{65.5}$ или PuB_{100} .

Неудивительно, что построение диаграммы состояния (то есть зависимости превращения аллотропных форм от температуры и давления) бора оказалось нетривиальной задачей. Исследователи до сих пор не знают, соответствует она чистому веществу или за обнаруженные линии фазовых превращений отвечают примеси. Например, в «Химической энциклопедии» приведена следующая загадочная фраза: «Бор — бесцветное, серое или красное кристаллическое либо аморфное вещество, для которого известно более десяти аллотропных модификаций. Их образование и температура перехода зависит от того, при какой температуре получают бор».

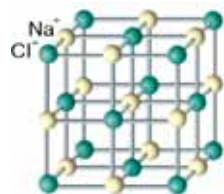
Основной структурный элемент кристаллической решетки бора — икосаэдр из 12 атомов. Они образуют остов, а между ними с той или иной степенью порядка могут располагаться отдельные атомы



Структура бориды бора

бора. Внутри икосаэдра валентные электроны всех атомов формируют единое облако, а между собой икосаэдры соединены ковалентными связями. Будь у бора четыре валентных электрона, он, подобно углероду, сформировал бы решетку из тетраэдров, как у алмаза. Однако у бора есть только три электрона: тетраэдр с ними не построишь, икосаэдр же получается. А этот полиэдр, в отличие от тетраэдра, не может заполнить пространство без промежутков. Вот кристаллическая решетка и разбивается на отдельные икосаэдрические кластеры. Очевидно, есть множество способов упаковать эти икосаэдры, тем более когда в дело вмешивается какая-то примесь. Вот и появляется многообразие структур почти чистого бора. Тем не менее считается, что основные структуры — это кристаллические альфа- и бета-фазы с ромбоэдрической решеткой, в элементарную ячейку которой входят соответственно 12 и 106 атомов бора, а также высокотемпературная t-фаза B_{192} с тетрагональной решеткой.

И вот стараниями Чэнь Цзюхуа и В.Л.Соложенко в 2004 году была открыта четвертая модификация. Она получается при нагреве кристаллов бета- B_{106} до 1800—2000 К и давлении выше 12 ГПа (как на глубинах свыше 350 км). После охлаждения и снятия давления эта модификация бора ни во что не превращалась, то есть оказывалась метастабильной (которая при данных условиях существовать не должна, но сохраняется потому, что ей не хватает сил перестроиться во что-то другое). В общем-то в этом нет ничего удивительного: модификация углерода, которая получается при высоком давлении — алмаз, тоже метастабильна при нормальных условиях, что не мешает ей сохранять свою структуру в течение миллиардов



Решетка поваренной соли



НАУЧНЫЙ КОММЕНТАТОР

лет. Ученым удалось определить параметры кристаллической решетки, а вот расположение атомов в ней выявить не удалось. Фазу называли гамма-бором. Несколько позже ее получил в своей тexasской лаборатории и Ма Яньчжан, подтвердив тем самым, что фаза действительно существует. Однако ни обычные рентгенографические исследования, ни применение синхротронного излучения так и не дали никакого представления о строении решетки гамма-бора.

Тогда за дело взялись теоретики, прежде всего выпускник геологического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова А.Р.Оганов, ныне профессор университета штата Нью-Йорк в Стони-Бруке. С помощью разработанной им методики предсказания кристаллических структур (программа USPEX) в 2006 году удалось провести квантово-механический расчет и установить, что в решетке гамма-бора содержится 28 атомов. Их расположение отчасти напоминает расположение атомов в решетке поваренной соли: ее элементарная ячейка имеет форму куба, в одной половине углов которой находятся ионы хлора, а в другой — натрия. В гамма-боре так же расположены икосаэдрические кластеры и кластеры из двух атомов бора. Внешнее сходство с решеткой поваренной соли отнюдь не случайно: разные кластеры бора в этом соединении исполняют роли катионов и анионов. Таким образом, связь, которая объединяет их в единый кристалл, оказывается в конечном счете похожей на ионную. Статья об этом вышла в журнале «Nature» 12 февраля 2009 года. «Не обошлось без курьезов: в тот же день в одном японском журнале вышла статья другой группы исследователей, которые попытались приписать синтез этой фазы себе. Но о приоритете здесь не может быть и речи, поскольку эта статья была отправлена в редакцию 3 ноября 2008 года, тогда как ее авторы получили копию нашей работы еще в конце 2006 года», — рассказывает А.Р. Оганов.

«Ионная связь между атомами одного и того же элемента — очень интересный факт, — говорит кандидат химических наук Д.С.Перекалин, который занимается исследованием борорганических соединений в ИНЭОСе им. А.Н.Несмеянова. — Однако важным он станет при условии, что нечто подобное будет обнаружено для каких-либо других элементов. Авторы работы предполагают, что анало-

гичное явление можно обнаружить у фуллеритов — кристаллов, которые построены из фуллереновых шариков. Не исключено, что в число претендентов входят сера и фосфор, атомы которых образуют весьма замысловатые структуры. Если же окажется, что такая странная ионная связь присуща лишь бору, то она станет очередным курьезом этого элемента, ведь перспективы практического применения боридов бора пока туманны».

Бор действительно рекордсмен по необычным видам химической связи. В соединениях с органическими веществами он выступает в качестве акцептора электронов с типичной ковалентной связью, и этим обстоятельством пользуются при органическом синтезе. Однако более сорока лет тому назад (см. «Химию и жизнь», 1965, № 5) из бороводорода в результате реакции с ацетиленом удалось сделать барен (как его называли советские химики), или карборан (как принято называть его сейчас). Это тот же икосаэдр, только в нем десять атомов бора и два атома углерода, к которым присоединено по одному атому водорода. В результате углерод оказывается связанным сразу с шестью другими атомами. Чтобы объяснить это явление, пришлось использовать введенное в 50-х годах понятие многоцентровой связи.

За следующие сорок с лишним лет «Химия и жизнь» не раз рассказывала о баренах, однако предметом публикации было, как правило, упоминание о красоте молекулы (см., например, «Химию и жизнь», 1999, № 8). «Это не случайно, — говорит Д.С.Перекалин. — Ученые добились немалых успехов в химии карборанов — их свойства хорошо известны, есть надежные методы синтеза самых разнообразных соединений этого класса и их производных. Однако практическому использованию уделялось и уделяется мало внимания. А жаль, ведь эти соединения его заслуживают, поскольку обладают высокой химической и термической стойкостью, большим запасом энергии. Правда, цена тоже велика — сейчас один грамм стоит десять долларов».

Большой запас энергии — а по теплотворной способности бораны (они же бороводороды) и карбораны в полтора раза превосходят углеводороды — и послужил причиной интереса, который привел к строительству в Дзержинском заводе по производству боранов: их хотели использовать в качестве компонента ракетного топлива. К сожалению, уже после того, как завод был построен и производство начато, выяснилось, что при сгорании образуется тугоплавкий оксид бора, забивающий сопло двигателя.

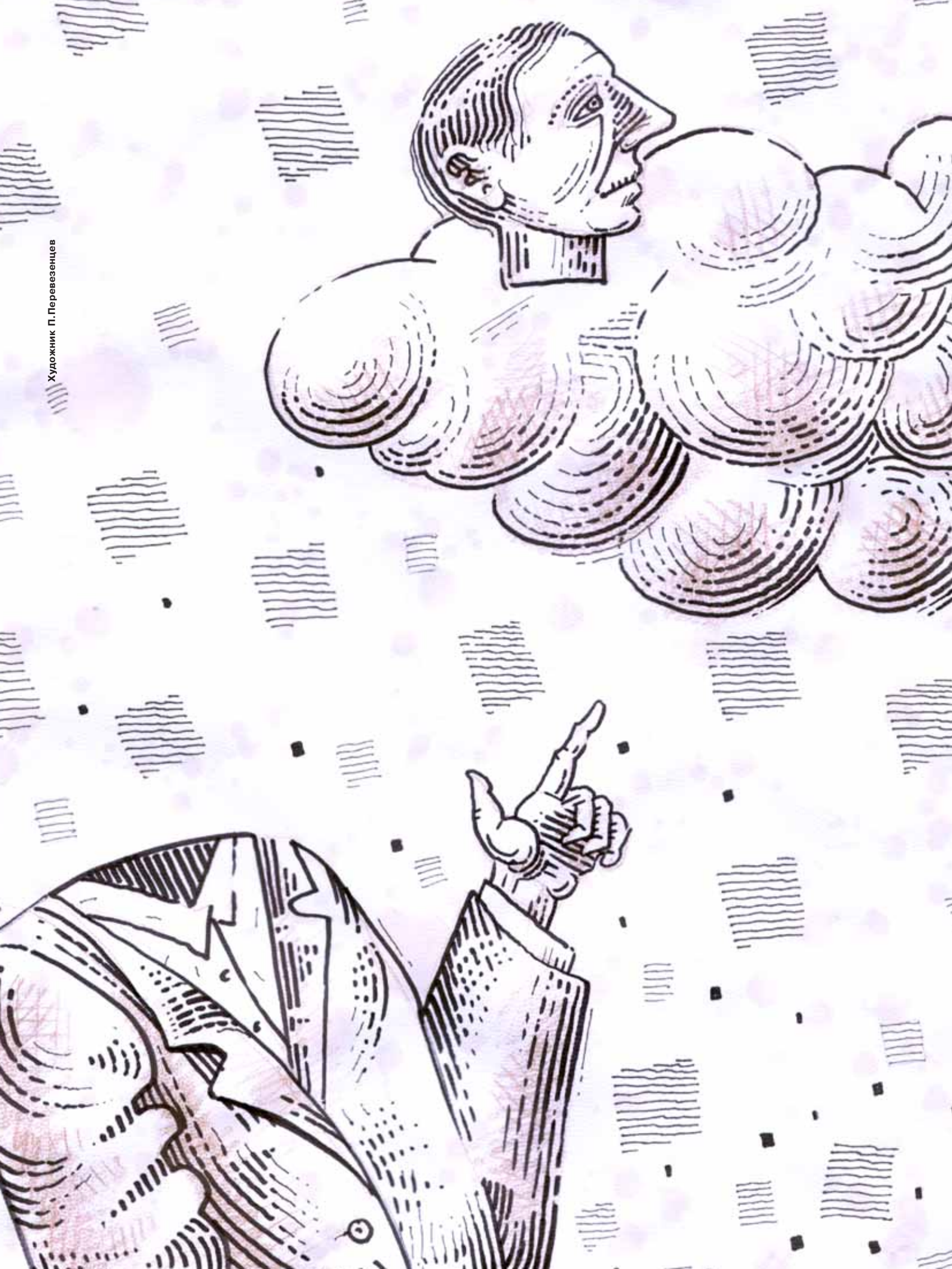
Сейчас карбораны используют главным образом для решения двух задач. Во-первых, это извлечение радиоактивного бария на начальных стадиях переработки отработанного ядерного топлива: соединения на основе карборанов выдерживают и крайне агрессивную среду, в которой

идет процесс, — концентрированную азотную кислоту, и хорошо взаимодействуют с извлекаемым металлом. Во-вторых, лечение рака методом нейтронзахватной терапии. Ее принцип состоит в том, что ядро бора, захватив тепловой нейтрон, распадается с образованием гамма-кванта, альфа-частицы и ядра лития. Эти две последние частицы уничтожают клетку, в которой находился распавшийся бор. Важное преимущество карборанов в качестве препарата для такой терапии — высокое содержание атомов бора и химическая стабильность соединения. Соответствующий препарат, синтезированный в ИНЭОСе под руководством доктора химических наук В.И.Брегадзе в 2004 году, вышел на стадию доклинических испытаний.

Сам же бор известен как очень твердый материал: при микротвердости по Виккерсу 45 ГПа β -бор находился на четвертом месте после таких рекордсменов, как алмаз (115 ГПа), синтезированный в 2001 году кубический BC_2N (76 ГПа) и созданный в 60-х годах кубический нитрид бора (62 ГПа). А у нового γ -бора микротвердость оказалась 50 ГПа. Впрочем, вряд ли он найдет применение как сверхтвердый материал, поскольку получать новую фазу при высоких давлениях можно лишь в малых объемах.

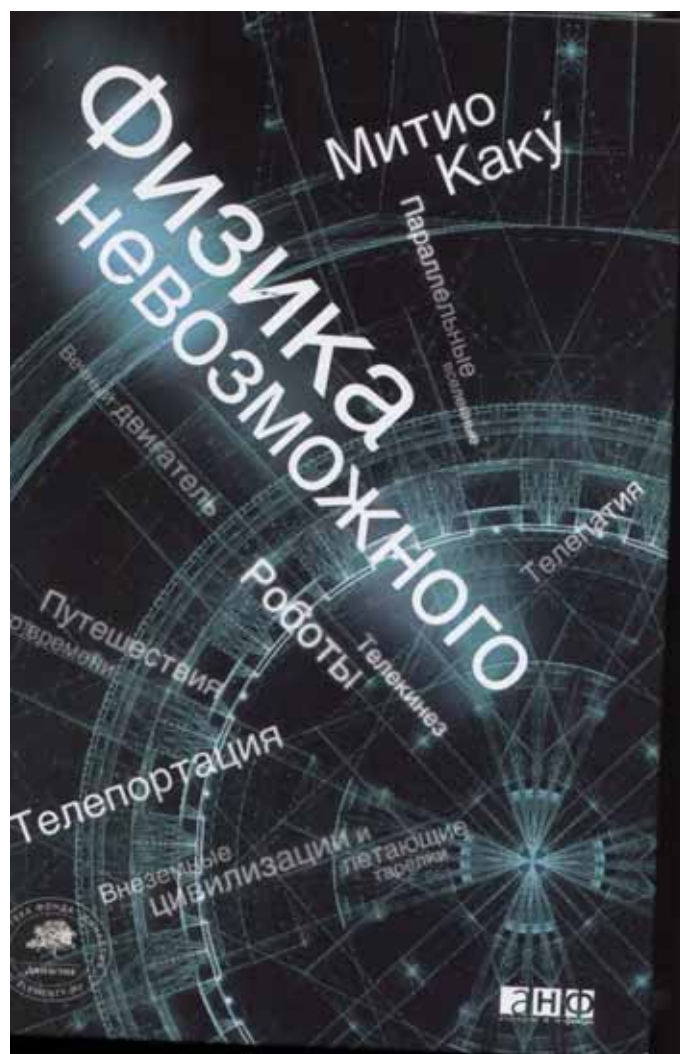
У специалистов по бору есть идея изготавливать на основе соединений этого элемента так называемые термоэлектрики — вещества, способные напрямую преобразовывать тепло в электричество. С их помощью можно, например, собирать бросовое тепло двигателя внутреннего сгорания. Для этого нужна пара материалов, выдерживающих высокую температуру и обладающих разными типами полупроводниковой проводимости. Тугоплавкий бор, как следует из общих соображений, может обеспечить работу такого устройства при очень высокой температуре. Один боридный материал для этого есть — карбид бора с p-проводимостью. А вот n-проводник ему в пару пока не найден. Будь структура боридов бора устойчивой при добавках какого-то вещества, может быть, удалось бы сделать этот долгожданный боридный n-проводник: всего-то надо отобрать часть электронов у участников ионной связи в этом необычном соединении. С другой стороны, кто знает, вдруг аналогичные ионные связи, точнее, некоторая их некомпенсированность приводят к тем необычным эффектам, связанным с фуллеренами и нанотрубками, вроде горячей сверхпроводимости или углеродного ферромагнетизма, слухи о которых порой появляются в научном сообществе? Во всяком случае, само по себе открытие ионной связи между кластерами одного и того же элемента — это красивая новость для химиков.

Кандидат
физико-математических наук
С.М.Комаров



Еще один подарок читателям сделал Фонд Дмитрия Зимина «Династия», выпустив книгу «Физика невозможного». Автор книги — физик-теоретик Митио Каку, чья непреходящая любовь и интерес к невозможному начались с первых научно-фантастических романов, прочитанных в детстве. А сегодня Митио Каку получает письма от сценаристов и писателей-фантастов, которые просят помочь им уточнить, не противоречит ли их вымысел законам физики. Этому и посвящена «Физика невозможного». Из книги вы узнаете, что плащи-невидимки, телепортация, телепатия, антивещество, путешествия во времени и многое другое, о чем любят писать фантасты, возможно с точки зрения физики. Вопрос лишь в том, когда все перечисленное станет реальностью. Эти временные оценки автор тоже дает.

Книга в переводе Н.Лисовой выпущена издательством «Альпина нон-фикшн» в 2009 году (www.nonfiction.ru). Купите, прочитайте сами, передайте другу и дальше по цепочке. Это в самом деле очень интересно. А мы для знакомства предлагаем фрагмент лишь одной главы из этой книги — «Телепортация».



Телепортация

Митио Каку

Телепортация, или способность мгновенно перемещать людей и предметы из одного места в другое, — это умение, которое может изменить направление развития цивилизации и повлиять на судьбы стран и народов. Так, телепортация раз и навсегда изменила бы принципы и правила ведения войн: владея этим искусством, военачальники могли бы мгновенно закидывать войска в тыл противника или просто телепортировать вражеское руководство в удобное место и захватить его. Транспортная система сегодняшнего дня — автомобили, корабли, самолеты и железные дороги вместе с обслуживающими их многочисленными отраслями промышленности — сразу устарели бы; мы могли бы просто телепортироваться из дома на работу и мгновенно перекидывать грузы и товары в нужное место. Отпуска перестали бы быть проблемой — мы легко телепортировались бы прямо к месту отдыха. Телепортация изменила бы все.

Самые ранние упоминания о телепортации можно обнаружить в религиозных текстах, например в Библии, где духи то и дело переносят людей с места на место <...> Телепортация — среди прочих трюков и иллюзий — входит в репертуар любого мага: кролики из шляпы, карты из рукава, монеты из-за уха ничего не подозревающего зрителя.

Один из самых впечатляющих трюков недавнего времени — исчезновение слона на глазах изумленной публики. Выглядит это следующим образом. Слона весом в несколько тонн помещают в клетку. Взмах волшебной палочки — и слон исчезает. (Конечно, на самом деле слон никуда не девается. Трюк осуществляется при помощи зеркал. Клетка, в которую помещают слона, не простая. Позади каждого прута имеется длинное узкое вертикальное зеркало. Каждое из этих зеркал может поворачиваться вокруг вертикальной оси. В начале номера, когда зеркала развернуты поперек и как бы спрятаны за прутьями клетки, зрителям их не видно — зато видно слона в клетке. Зато когда зеркала по команде иллюзиониста поворачиваются и встают по углом 45° к аудитории, изумленным зрителям остается только вглядываться в отраженное изображение боковой стенки клетки, за которой нет никакого слона.)

Телепортация и научная фантастика

Первое упоминание о телепортации в научно-фантастическом произведении мы находим в рассказе Эдварда Пейджа Митчелла «Человек без тела», опубликованном в 1877 году. В этом рассказе некий ученый открыл способ разобрать кошку на атомы и передать их по телеграфным



ЗНАКИ БУДУЩЕГО

проводам. К несчастью, в тот момент, когда ученый пытался телепортироваться сам, прекратилось электропитание. В результате успешно телепортировалась только его голова.

Сэр Артур Конан Дойл, создатель знаменитого Шерлока Холмса, был буквально очарован идеей телепортации. Написав большое количество детективных рассказов и романов про приключения Шерлока Холмса, он устал от своего героя и в конце концов прикончил его, заставив вместе с профессором Мориарти упасть в ущелье у Рейхенбахского водопада. Но возмущение читателей читателей оказалось столь велико, что Дойлу пришлось воскресить сыщика. Оказавшись не в состоянии избавиться от Шерлока Холмса, Дойл решил создать совершенно нового героя. Им стал профессор Челленджер, практически двойник Холмса. Оба героя обладали острым умом и наблюдательностью и любили разгадывать загадки. Но если Холмс раскрывал запутанные криминальные дела при помощи холодной дедуктивной логики, то профессор Челленджер исследовал темный мир спиритуализма и паранормальных явлений, включая и телепортацию.

В романе «Дезинтеграционная машина», опубликованном в 1927 году, профессор знакомится с изобретателем машины, способной разобрать человека, а затем собрать его заново где-нибудь в другом месте. Но затем изобретатель хвастливо заявляет, что в дурных руках его машина может по нажатию кнопки уничтожать целые города с миллионами жителей. Профессор Челленджер в ужасе. Роман заканчивается тем, что он при помощи машины разбирает изобретателя и покидает лабораторию, «позабыв» собрать его заново.

Немного позже телепортацию открыл для себя и Голливуд. Вышедший в 1958 году фильм «Муха» наглядно демонстрирует, что может произойти, если процесс телепортации пойдет неправильно. Некий ученый успешно телепортирует себя в пределах комнаты, но по несчастливой случайности его атомы перемешиваются с атомами мухи, случайно попавшей в телепортационную лабораторию. В результате ученый превращается в готическое чудовище — получеловека, полумуху. (В 1986 году на экраны вышел ремейк этого фильма с Джеффом Голдблумом в главной роли.)

Сериал «Звездный путь» сделал телепортацию заметным явлением массовой культуры. Его создатель Джин Родденберри вынужден был ввести телепортацию в сюжет, поскольку бюджет студии «Paramount» не предусматривал дорогостоящих спецэффектов, связанных с имитацией старта и посадки ракетных кораблей на Земле и отдаленных планетах. Дешевле было просто передать экипаж «Энтерпрайза» к месту назначения по лучу.

За прошедшие десятилетия ученые успели высказать множество доводов в пользу того, что телепортация в принципе невозможна. Чтобы телепортировать человека, вы должны знать точное расположение каждого атома в живом теле — а это, вероятно, нарушило бы принцип неопределенности Гейзенберга (который утверждает, что невозможно одновременно знать точное положение и скорость электрона). Продюсеры «Звездного пути», склоняясь перед критиками, установили в телепортационной камере «компенсаторы Гейзенберга» — можно подумать, что законы квантовой физики можно было бы исправить при помощи какого бы то ни было дополнительного блока в устройстве телепорта! Но, оказываясь, создатели фильма вообще поторопились с введением «компенсаторов Гейзенберга». Возможно, ученые и критики прошлых лет все же ошибались.

Телепортация и квантовая теория

В рамках теории Ньютона телепортация откровенно невозможна. Законы Ньютона базируются на представлении о том, что вещество состоит из крошечных твердых бильярдных шариков. Объекты не приходят в движение, если их не толкнуть; объекты не исчезают внезапно и не появляются заново в другом месте.

Но в квантовой теории частицы способны проделывать именно такие фокусы. Законы Ньютона продержались у власти 250 лет и были свергнуты в 1925 году, когда Вернер Гейзенберг, Эрвин Шрёдингер и их коллеги разработали квантовую теорию. Анализируя странные свойства атомов, физики обнаружили, что электрон ведет себя как волна и в кажущейся хаотичности своего движения внутри атома может совершать квантовые скачки.

Теснее всего с представлениями о квантовых волнах связан венский физик Эрвин Шрёдингер, создатель знаменитого уравнения, названного его именем, — одного из важнейших уравнений физики и химии. Целые институтские курсы посвящены решению этого знаменитого уравнения; целые стены физических библиотек заняты книгами, в которых подробно исследуются его глубокие следствия. В принципе вся сумма знаний по химии может быть сведена к решениям этого уравнения.

В 1905 году Эйнштейн показал, что световые волны могут вести себя наподобие частиц; это значит, что они могут быть описаны как пакеты энергии, известные под названием фотонов. Но примерно к 1920 году Шрёдингеру стало очевидно, что обратное тоже верно: частицы, к примеру электроны, могут вести себя подобно волнам. Эту идею первым высказал французский физик Луи де Бройль, удостоенный за эту гипотезу Нобелевской премии. <...>

Как-то Шрёдингер читал лекцию об этом любопытном феномене. Один из присутствовавших в зале коллег-физиков Питер Дебай задал вопрос: «Если электрон можно описать как волну, то как выглядит его волновое уравнение?»

С тех пор как Ньютон создал дифференциальное исчисление, физики описывали любую волну на языке дифференциальных уравнений, поэтому Шрёдингер воспринял вопрос Дебая как вызов и решил написать дифференциальное уравнение для электронной волны. В том же месяце Шрёдингер ушел в отпуск, а вернулся уже с готовым уравнением. Как Максвелл в свое время взял физические поля Фарадея и вывел уравнение Максвелла для света, Шрёдингер взял частицу-волну де Бройля и вывел уравнение Шрёдингера для электронов.

Начав решать свое уравнение для атома водорода, Шрёдингер, к немалому своему удивлению, обнаружил, что энергетические уровни электронов уже до него были точно установлены и опубликованы другими физиками. После этого он понял, что старая модель атома, принадлежащая Нильсу Бору, — та самая, где электроны носятся вокруг ядра и которую до сих пор рисуют в книгах и рекламных проспектах как символ современной науки, — на самом деле неверна. Круговые орбиты электронов вокруг ядра атома необходимо заменить волнами.

Можно сказать, что работа Шрёдингера встряхнула физическое сообщество и, подобно брошенному камню, тоже породила разбегающиеся волны. Физики вдруг обнаружили, что могут заглянуть непосредственно в атом, подробно исследовать волны, из которых состоят его электронные оболочки, и точно предсказать их энергетические уровни.

Но оставался еще один вопрос, который не дает физикам покоя даже сегодня. Если электрон описывается как волна, то что же в нем колеблется? Ответ на этот вопрос

дал физик Макс Борн; он сказал, что эти волны представляют собой не что иное, как волны вероятности. Они сообщают только о том, с какой вероятностью вы обнаружите конкретный электрон в определенное время в определенной точке. Другими словами, электрон — это частица, но вероятность обнаружить эту частицу задается волной Шрёдингера. И чем выше волна, тем больше шансов обнаружить частицу именно в этой точке.

Получается, что внезапно в самом сердце физики — науки, которая прежде давала нам точные предсказания и подробные траектории любых объектов, начиная с планет и комет и кончая пушечными ядрами, — оказались понятия шанса и вероятности.

Гейзенберг сумел формализовать этот факт, предложив принцип неопределенности — постулат о том, что невозможно знать точную скорость и точное положение электрона в один и тот же момент. Невозможно точно определить и его энергию в заданный промежуток времени. На квантовом уровне нарушаются все фундаментальные законы здравого смысла: электроны могут исчезать и вновь возникать в другом месте, а также находиться одновременно в нескольких местах.

(По иронии судьбы, и Эйнштейн, крестный отец квантовой теории, и Шрёдингер, автор волнового уравнения, пришли в ужас от появления случайных процессов в фундаментальной физике. Эйнштейн писал: «Квантовая механика вызывает огромное уважение. Но внутренний голос подсказывает мне, что это не то, что нужно. Эта теория многое объясняет, но едва ли приближает нас хоть сколько-то к тайне Бога. По крайней мере о себе могу сказать точно: я убежден, что Он не играет в кости».)

Теория Гейзенберга была революционной и противоречивой, но работала. С ее помощью физикам удалось одним махом объяснить огромное число загадочных явлений, включая законы химии. Объясняя своим аспирантам странность и причудливость квантовой теории, я иногда прошу их рассчитать вероятность того, что атомы их тел вдруг разбегутся и соберутся заново по другую сторону кирпичной стены. Подобная телепортация запрещена в ньютоновской физике, но никак не противоречит законам квантовой механики. Ответ, однако, заключается в том, что такого события пришлось бы ждать до конца жизни Вселенной и даже дольше. <...>

Тот факт, что электроны, по-видимому, могут находиться во многих местах одновременно, составляет фундамент всей химии. Мы думаем, что электроны обращаются вокруг ядра атома, как тела миниатюрной Солнечной системы. Но между атомом и Солнечной системой есть принципиальные различия. При столкновении в космосе двух Солнечных систем они неизбежно развалятся, планеты при этом отбросит в разных направлениях. Атомы же, сталкиваясь, часто делятся друг с другом электронами и образуют вполне стабильные молекулы. В старших классах школы учитель часто говорит ученикам про «размазанный электрон», напоминающий продолговатый мяч для регби; он соединяет два атома между собой.

Но вот о чем учителя химии почти никогда не рассказывают ученикам. Электрон, о котором идет речь, вовсе не «размазан» между двумя атомами. На самом деле этот «мяч для регби» представляет вероятность того, что электрон находится одновременно во множестве мест внутри данного объекта. Другими словами, вся химия, изучающая и объясняющая строение молекул, из которых состоят наши тела, основана на представлении о том, что электроны могут находиться одновременно в нескольких местах; именно такое «совместное владение» электронами, которые умудряются одновременно принадлежать двум



ЗНАКИ БУДУЩЕГО

атомам, удерживает на месте атомы в молекулах нашего тела. Без квантовой теории наши молекулы и атомы распались бы в мгновение ока.

Этим причудливым, но принципиальным свойством квантовой теории (тем фактом, что существует ненулевая вероятность даже самых странных событий) воспользовался Дуглас Адамс в своем веселом романе «Автостопом по галактике». Автору нужен был удобный способ носиться по галактике, поэтому он придумал «двигатель бесконечной невероятности», «чудесный новый способ преодоления громадных межзвездных расстояний за ничтожнейшую долю секунды без нудного блуждания в гиперпространстве». Его машина позволяет произвольно менять вероятность любого квантового события, так что даже чрезвычайно маловероятные события становятся обычными и привычными. В общем, если хотите отправиться в ближайшую звездную систему, нужно просто изменить вероятность вашей рематериализации именно там, и все! Вы мгновенно телепортируетесь в нужное место!

На самом деле квантовые «скачки», столь обычные внутри атома, невозможно легко перенести на крупные объекты вроде людей, состоящие из триллионов и триллионов атомов. Даже если электроны в нашем теле прыгают и скачут с места на место в своем фантастическом путешествии вокруг ядра, их так много, что прыжки усредняются и сглаживаются. Именно поэтому, говоря упрощенно, на нашем уровне вещества представляются твердыми и неизменными.

Итак, хотя на атомном уровне телепортация разрешена, чтобы дожидаться подобного странного события на макроскопическом уровне, придется ждать до гибели нашей Вселенной и даже дольше. Но можно ли воспользоваться законами квантовой теории и создать машину для телепортации объектов по требованию, как происходит в научно-фантастических произведениях? Как ни удивительно, ответ однозначен: да, можно.

Эксперимент ЭПР

Ключ к квантовой телепортации кроется в знаменитой работе 1935 года Альберта Эйнштейна и его коллег Бориса Подольского и Натана Розена. По иронии судьбы, трое ученых ставили своей целью раз и навсегда покончить с присутствием вероятности в физике, предложив мысленный эксперимент, получивший название эксперимент ЭПР по первым буквам фамилий авторов. <...>

Если два электрона первоначально колеблются в унисон (такое состояние называют когерентным), то они способны сохранить волновую синхронизацию даже на большом расстоянии друг от друга. Даже если эти электроны окажутся разделены световыми годами, невидимая Шрёдингера волна все равно будет связывать их между собой подобно пуповине. Если с одним из электронов что-

то произойдет, то какая-то часть информации об этом событии будет немедленно передана второму. Это явление называется квантовой запутанностью и основано на концепции о том, что когерентные частицы обладают какой-то глубинной связью.

Возьмем (мысленно, разумеется) два когерентных электрона; раз они когерентны, значит, колеблются в унисон. Затем позволим этим электронам разлететься в противоположных направлениях. Каждый электрон подобен вертящемуся волчку, причем его вращение (спин) может быть направлено вверх или вниз. Пусть полный спин системы равняется нулю, так что если известно, что спин одного электрона направлен вверх, то спин другого точно направлен вниз. Согласно квантовой теории, перед измерением спин электрона не направлен ни вверх, ни вниз; электрон находится в неопределенном состоянии, он как бы вращается вверх и вниз одновременно. <...>

Далее измерим спин одного электрона. Скажем, он вращается вверх. Значит, мы мгновенно узнаем, что другой электрон вращается вниз. Даже если электроны разделены в пространстве многими световыми годами, мы будем мгновенно знать спин второго из них, как только измерим спин первого. Мало того, мы получим информацию быстрее, чем со скоростью света! Поскольку два наших электрона «запутаны», то есть их волновые функции колеблются в унисон, эти самые волновые функции связаны невидимой нитью или пуповиной. Все, что происходит с одной частицей, автоматически отражается на другой. (В каком-то смысле это означает, что все, что происходит с нами, атоматически и мгновенно влияет на события, происходящие в отдаленных уголках Вселенной, ведь наши волновые функции, вероятно, «запутаны» еще с начала времен. В каком-то смысле можно сказать, что существует паутина «запутанности», которая связывает отдаленные уголки Вселенной; включая нас с вами.) Эйнштейн иронически называл это явление призрачным дальним действием и «доказывал» с его помощью, что квантовая теория неверна, поскольку ничто не может переноситься с места на место быстрее, чем со скоростью света.

Первоначально Эйнштейн считал мысленный эксперимент ЭПР похоронным звоном по квантовой теории. Но в 1980-х годах Алан Аспект с коллегами провел во Франции реальный эксперимент с двумя детекторами, расположенными на расстоянии 13 м друг от друга. Он измерял спины фотонов, испускаемых атомами кальция, и полученные результаты в точности совпали с положениями квантовой теории. Очевидно, Господь все же играет в кости с нашей Вселенной.

Действительно ли информация в этом случае передается быстрее, чем со скоростью света? Неужели Эйнштейн ошибся и скорость света не является предельной скоростью нашей Вселенной? На самом деле все обстоит не совсем так. Да, информация действительно передается быстрее света, но информация эта случайна, а потому бесполезна. <...> Приведем наглядный пример. Предположим, что один из наших приятелей всегда носит разноцветные носки, красный и зеленый, не обращая внимания на то, какой цвет окажется на какой ноге. Скажем, мы осматриваем одну ногу и выясняем, что на ней красный носок. Значит, мы узнаем быстрее, чем со скоростью света, что на другой ноге зеленый носок. Информация действительно дошла до нас быстрее, чем со скоростью света, но она совершенно бесполезна. Этим методом невозможно передать сигнал, который содержал бы неслучайную информацию.

Много лет эксперимент ЭПР приводили как яркий пример торжества квантовой теории, но торжество получа-

лось бесплодным и не давало никакой практической выгоды. До недавнего времени.

Квантовая телепортация

Все изменилось в 1992 году, когда ученые из IBM под руководством Чарльза Беннета продемонстрировали всем принципиальную возможность телепортировать с использованием эксперимента ЭПР материальные объекты, по крайней мере на атомном уровне. Точнее говоря, они продемонстрировали возможность передачи полной информации о частице. За прошедшие годы физики научились передавать фотоны и даже целые атомы цезия. Возможно, через несколько десятилетий ученые смогут телепортировать первую молекулу ДНК и первый вирус.

Квантовая телепортация использует одну из самых причудливых особенностей эксперимента ЭПР. В своих экспериментах физики начинают с того, что берут два атома, А и С. Предположим, мы хотим телепортировать информацию от атома А к атому С. Для этого мы вводим третий атом В, запутанный с атомом С (то есть В и С когерентны). Затем атом А вступает в контакт с атомом В и «сканирует» его таким образом, что информационное содержание атома А передается атому В. В ходе этого процесса атомы А и В запутываются. Но поскольку первоначально В был запутан с атомом С, теперь информация, содержащаяся в А, передается также и в атом С. Результат таков: атом А был телепортирован в атом С, то есть теперь информационное содержание А идентично информационному содержанию С.

Обратите внимание на то, что информация, содержащаяся перед началом эксперимента в атоме А, была уничтожена (то есть после эксперимента мы не получаем двух идентичных копий). Это означает, что если представить себе телепортацию человека, то человек этот должен будет умереть в процессе передачи. Но зато информационное содержание его тела появится где-то в другом месте. Обратите внимание также на то, что атом А как таковой не переместился на позицию атома С. Напротив, С получил от А только информацию, которая в нем содержалась, например характеристики спина и поляризации. <...>

После первого объявления о прорыве между разными группами ученых началось яростное соревнование. Первая историческая демонстрация, в ходе которой осуществлялась телепортация фотонов ультрафиолетового света, состоялась в 1997 году в университете Инсбрука. Через год экспериментаторы из Калифорнийского технологического института провели еще более точный эксперимент по телепортации фотонов.

В 2004 году физики Венского университета сумели телепортировать частицы света на расстояние 600 м под рекой Дунай по оптоволоконному кабелю, установив таким образом новый рекорд. Сам кабель имел длину 800 м и был протянут под Дунаем ниже системы городской канализации. Передатчик располагался на одном берегу реки, приемник — на другом.

Одно из возражений, которые выдвигают критики этих экспериментов, заключается в том, что ученые работают с частицами света, фотонами. Пока результат «не тянет» на научную фантастику. Поэтому очень важным стал другой эксперимент 2004 года, когда квантовую телепортацию удалось продемонстрировать уже не на фотонах, а на настоящих атомах. Это шаг в нужном направлении, к созданию реального телепортационного устройства. Физики из Национального института стандартов и технологий в Вашингтоне сумели «запутать» три атома бериллия

и передать свойства одного атома другому. Достижение было настолько значительным, что попало на обложку журнала «Nature». Другая группа тоже добилась успеха, но уже с атомами кальция.

В 2006 году произошло еще одно значительное событие: впервые в подобных экспериментах был задействован макроскопический объект. Физики из института Нильса Бора в Копенгагене и института Макса Планка в Германии сумели запутать луч света и газ, состоящий из атомов цезия; в этом событии участвовали многие триллионы атомов. После этого они закодировали информацию, содержащуюся в лазерных вспышках, и телепортировали ее атомами цезия через расстояние примерно в полметра. Как пояснил один из исследователей Евгений Ползик, впервые была проведена квантовая телепортация «между светом – носителем информации – и атомами».

Телепортация без запутывания

Исследования в области телепортации стремительно набирают ход. В 2007 году было сделано еще одно важное открытие. Физики предложили метод телепортации, не требующий запутывания. Вспомним, что запутывание представляет собой наиболее сложный момент квантовой телепортации. Решение этой проблемы могло бы открыть перед телепортацией новые горизонты.

«Речь идет о луче из примерно 5000 частиц, который исчезает в одном месте и появляется в другом», – говорит физик Астон Брэдли из Центра квантовой атомной оптики в Брисбене при Австралийском совете по исследованиям – один из участников разработки нового метода телепортации.

«Мы считаем, что по духу наша схема ближе к первоначальной фантастической концепции», – заявляет он. Суть подхода группы Брэдли в том, что ученые берут пучок атомов рубидия, переводят всю его информацию в луч света, посылают этот луч по оптоволоконному кабелю, а затем воссоздают первоначальный пучок атомов в другом месте. Если заявленные результаты подтвердятся, то будет устранено главное препятствие к реальной телепортации и открыты совершенно новые пути передачи на расстоянии все более крупных объектов.

Чтобы новый метод не путали с квантовой телепортацией, доктор Брэдли назвал его классической телепортацией. Название это отчасти вводит в заблуждение, потому что его метод также опирается на квантовую теорию, но не на запутывание.

Ключевым моментом этого нового типа телепортации является открытое недавно новое состояние вещества, известное как «конденсат Бозе – Эйнштейна», или КБЭ, которое представляет собой одну из самых холодных субстанций во всей Вселенной. В природе самую низкую температуру можно обнаружить в открытом космосе; она составляет 3 К, то есть на три градуса выше абсолютного нуля. (Это благодаря остаточной теплоте Большого взрыва, которая до сих пор заполняет Вселенную.) Но КБЭ существует при температуре от одной миллионной до одной миллиардной градуса выше абсолютного нуля; такую температуру можно получить только в лаборатории.

При охлаждении некоторых форм вещества до абсолютного нуля их атомы, все без исключения, сваливаются на самый низкий энергетический уровень и начинают вибрировать в унисон, то есть становятся когерентными. Волновые функции всех атомов перекрываются, поэтому в каком-то смысле КБЭ напоминает гигантский «сверх-атом», причем все составляющие его отдельные атомы колеблются в унисон. Существование этого необычного со-



ЗНАКИ БУДУЩЕГО

стояния вещества предсказали Эйнштейн и Бозе еще в 1925 году, но прошло 70 лет, прежде чем в 1995 году КБЭ был наконец получен в лабораториях Массачусеттского технологического института и университета Колорадо.

Вот как работает телепортационное устройство Брэдли и его команды. Начинается все с набора суперхолодных атомов рубидия в состоянии КБЭ. Затем на КБЭ направляют пучок атомов все того же рубидия. Атомы пучка также стремятся перейти в состояние с самой низкой энергией, поэтому они сбрасывают излишки энергии в виде квантов света. Полученный таким образом световой луч посылают по оптоволоконному кабелю. Примечательно, что этот луч содержит всю квантовую информацию, необходимую для описания первоначального пучка вещества, то есть информацию о расположении и скорости всех его атомов. Пройдя по кабелю, световой луч попадает в уже другой КБЭ, который превращает его в первоначальный поток вещества.

Этот новый метод телепортации ученые считают чрезвычайно многообещающим, так как в нем не задействована запутанность атомов. Но у этого метода есть свои проблемы. Он очень жестко определяется свойствами конденсата Бозе – Эйнштейна, который чрезвычайно сложно получить в лаборатории. Более того, КБЭ обладает достаточно необычными свойствами и в некоторых отношениях ведет себя как один гигантский атом. Необычные квантовые эффекты, которые можно наблюдать только на атомном уровне, в КБЭ в принципе можно увидеть невооруженным глазом. Когда-то это считалось невозможным. <...>

Можем ли мы сказать с учетом всего достигнутого, когда же мы сами получим возможность телепортироваться? В ближайшие годы физики надеются телепортировать сложные молекулы. После этого несколько десятилетий наверняка уйдет на разработку способа телепортации ДНК или, может быть, какого-нибудь вируса. Против телепортации человека – в точности как в фантастических фильмах – также нет никаких принципиальных возражений, но технические проблемы, которые надо преодолеть на пути к подобному достижению, поражают воображение. Пока для того, чтобы добиться когерентности крошечных световых фотонов и отдельных атомов, требуются усилия лучших физических лабораторий мира. О квантовой когерентности с участием реальных макроскопических объектов, таких, как человек, речь пока не идет и еще долго идти не будет. Скорее всего, пройдет немало столетий, прежде чем мы сможем телепортировать обычные предметы, если это вообще возможно.



НОВЫЙ ГЕН РАКА

Ген, поломка которого может отвечать за добрую половину случаев злокачественного перерождения клеток, обнаружили шведские ученые.

«Molecular Cell», 27 февраля 2009 года

ОСТРОТА КЛЕШНЕЙ КРАБА

Биоматериал, содержащий бром, обеспечивает клешням некторых крабов отменную прочность.

Robert M.S. Schofield, rmss@uoregon.edu

СУДЬБА УДАЛЕННОГО НЕЙТРОНА

Оказывается, нейтрон обладает загадочной способностью удаляться от своего ядра на столь огромное расстояние, что известные ядерные силы не могут его там удержать.

«Physical Review Letters», 13 февраля 2009 года

СПАСИТЕЛЬНАЯ БАЦИЛЛА

Заклучив вакцину в молочнокислую бактерию, американские ученые сумели спасти мышь от сибирской язвы.

Todd Klaenhammer, klaenhammer@ncsu.edu

В зару бе ж н ы х ла бо ра то р и я х

Онкологи считают, что ген p53 — один из главных в борьбе с раком. Именно он контролирует, сумела ли клетка исправить замеченное повреждение ДНК, а если нет, то отдан ли ей приказ на самоуничтожение. Когда поврежден сам этот ген, то механизм контроля нарушается. Считается, что половина случаев рака связана с повреждением p53.

Ученые из стокгольмского Королевского университета обнаружили, что работу p53, в свою очередь, контролирует ген Wap53. Он кодирует антисмысловую РНК, которая способна блокировать так называемый 5'-нетранслируемый фрагмент мРНК. А как было известно ранее, именно блокирование этого фрагмента приводит к усилению синтеза белка P53. Иными словами, ген Wap53 фактически контролирует синтез белка, который защищает организм от раковой клетки. Получается, что, если поврежден Wap53, даже нормальность гена p53 отнюдь не гарантирует работу системы защиты. Так у онкологов появилась новая мишень для воздействия лекарств.

А у биохимиков — повод задуматься над ролью антисмысловых РНК в регулировании жизни клетки. «Есть подозрения, что такие РНК контролируют работу каждого пятого гена. Мы показали, что эти подозрения небезосновательны», — говорит участница работы доктор Марианна Фарнебо.

В зару бе ж н ы х ла бо ра то р и я х

«Когда в следующий раз на вашем столе окажется большой краб, например Cancer magister, обратите внимание, что кончики его ног отделаны прозрачным и очень прочным материалом. А на клешнях ничего подобного нет. Если же взять рака-отшельника, то подобный материал можно найти на кончиках его маленькой клешни, которой он, как щипцами, подхватывает пищу и отправляет ее в рот», — делится своим наблюдением Роберт Скофилд из Орегонского университета.

Изучая свойства этого прозрачного материала, ученый отметил, что он сопротивляется разрушению в несколько раз лучше всех остальных частей крабьего тела, а по твердости в полтора раза превосходит оргстекло. Причина понятна — маленькая клешня отшельника предназначена для тонкой работы и ее кончики должны плотно смыкаться. Если они будут повреждены, рак не сможет подхватывать кусочки пищи. А на большой клешне, равно как и на клешнях крупных крабов, соблюдать точность необязательно, ведь они служат для дробления пищи. Химический анализ показал, что материал представляет собой биополимер с большим содержанием брома.

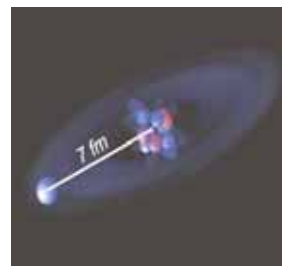
Это не первая находка Роберта Скофилда. Ранее, изучая насекомых, он находил похожие сверхпрочные биоматериалы на жвалах и жалах. Их характерная черта — большое содержание тяжелых элементов, таких, как йод, железо или цинк. Новый бромистый полимер пополнил коллекцию, которой вскоре, несомненно, воспользуются биотехнологи.

В зару бе ж н ы х ла бо ра то р и я х

«Интуитивно мы представляем себе атомное ядро как компактный шар из протонов и нейтронов. Однако четверть века тому назад было обнаружено, что у некоторых легких элементов есть нестабильные изотопы, которые совсем не соответствуют этому представлению. У них нейтрон может выйти из ядра и создать вокруг него так называемое гало», — рассказывает доктор Вилфрид Нёртерсхойзер, который в 2005 году возглавил молодую исследовательскую группу по изучению этого явления в Институте ядерной химии Майнцского университета имени Иоганна Гутенберга (ФРГ).

В число таких экзотических изотопов входит и бериллий-11. В нем один нейтрон должен создавать гало вокруг компактного ядра бериллия-10. Время жизни бериллия-11 невелико, менее секунды, поэтому исследовать такой изотоп крайне сложно, тем более что судить о строении ядра приходится по косвенным данным, ведь нет способов провести прямые измерения. Однако современные лазерные технологии позволили группе Нёртерсхойзера заглянуть внутрь ядра. И там они обнаружили нечто не согласующееся с современной ядерной физикой: расстояние от гало до плотного остатка составляет 7 фемтометров. Радиус же этого остатка равен 2,5 фемтометра, то есть нейтрон удален от ближайшего нуклона на 5 фемтометров. А сильное взаимодействие, которое собирает нуклоны в ядро, действует только на расстоянии в 2–3 фемтометра.

Чтобы не предполагать наличие каких-то неизвестных сил, немецкие ученые свалили все на квантово-механические эффекты: если рассматривать каждую частицу в виде волновой функции, то можно заметить протяженные «хвосты» распределения плотности этой функции. Они-то и попадают в область действия сильного взаимодействия. То есть с какой-то вероятностью эти силы на нейтрон действуют, с какой-то нет, а точнее никто ничего пока сказать не может.



В зару бе ж н ы х ла бо ра то р и я х

Вакцина, как правило, — белок. Попав в желудок, он будет, скорее всего, расщеплен пищеварительными ферментами на составляющие. Поэтому вакцину либо вводят в кровь, либо заключают в защитную оболочку. В качестве такой оболочки ученые из университета Северной Каролины во главе с доктором Тоддом Кляйнхаммером решили использовать бактерии *Lactobacillus acidophilus*, которые живут в молоке, твороге и йогурте. Считается, что это очень полезные бактерии, а будучи, как видно из названия, любителями кислой среды, они беспрепятственно преодолевают желудок и достигают кишечника.

Вот эти бактерии американские биологи и нагрузили антигеном возбудителя сибирской язвы, а потом скорчили зараженным мышам. Бактерии достигали мышинного тонкого кишечника, выделяли там содержащийся в них белок и в результате возбуждали дендритные клетки иммунной системы. Те включали соответствующую цепочку защиты, и мыши выздоравливали. Причем делали они это ничуть не хуже, чем контрольные зверьки, которым вакцину вкалывали в кровеносный сосуд. «Мы надеемся, что с использованием молочнокислых бактерий удастся создать целый комплекс съедобных вакцин от различных вирусов и бактерий», — говорит доктор Кляйнхаммер.

**ОБЪЕМНЫЙ ГЛАЗ
МИКРОСКОПА**

Увидеть клетку сразу со всех сторон позволяет микрокамера, изготовленная американскими учеными.

Пресс-секретарь David F. Salisbury,
david.salisbury@vanderbilt.edu

Чтобы создать трехмерное изображение микрообъекта, ученые из университета Вандербильта во главе с доцентом Крисом Янетопулосом вытравили в монокристалле кремния углубление. Поскольку при травлении такого материала разные плоскости кристаллической решетки растворяются с разной скоростью, это углубление приняло форму четырехгранной пирамиды. Стенки пирамиды покрыли слоями золота или серебра, придав им свойства зеркала. Помещенный в углубление микрообъект (например, показанная на фото пыльца подсолнуха) отражается от зеркальных стенок, и исследователь видит его со всех сторон.



Справедливости ради стоит отметить, что такие устройства уже применяли для изучения наночастиц. А группа Янетопулоса впервые использовала пластинку с пирамидками разных размеров для изучения живых микроорганизмов. «Это устройство отлично подходит для исследования динамических процессов в живых клетках, поскольку позволяет следить за ними в трехмерном пространстве. Например, нам удалось проследить путь центриолей во время деления», — рассказывает Крис Янетопулос. Его коллега Дмитрий Марков планирует изучить деформацию клетки под давлением, которое создает микроскопическая струйка воды.

Делать углубления в кремнии недорого, а их размер можно менять в широких пределах, что позволяет исследовать разнообразные объекты.

В за рубе ж н ы х ла бо ра то р и я х

**ПРОЗРАЧНЫЙ
НАТРИЙ**

Под высоким давлением натрий теряет проводимость и становится прозрачным — обнаружили ученые из КНР, ФРГ и США.

Artem Oganov,
aoganov@notes.cc.sunysb.edu

Металл не может быть прозрачным потому, что его атомы связаны металлической связью. Валентные электроны обобществляются, электронные уровни расщепляются, и всегда найдется такой электрон, который для перехода на другой уровень хватит энергии самого слабого кванта света. Иначе обстоит дело у диэлектриков: они могут поглотить только такой квант света, который перебросит электрон через запрещенную зону. Поэтому прозрачные диэлектрики бывают. Теперь появился прозрачный натрий; в диэлектрическое состояние ученые перевели этот металл оригинальным способом: с помощью высокого, 2 млн. атм., давления.

Необычность этого способа состоит в том, что высокое давление, наоборот, переводит вещество в проводящее состояние. Пример — металлический водород в центре Юпитера и Сатурна. Поэтому, когда Ма Яньмин из Цзилиньского университета высказал эту идею, она всех озадачила. Однако потом Артему Оганову из университета штата Нью-Йорк в Стони-Брук удалось построить простую химическую картину явления. Оказалось, что при давлении в натрии должна возникать необычная структура: валентные электроны собираются в пространстве между атомами натрия и получается нечто вроде ионного кристалла, в котором роль анионов выполняют эти собравшиеся электроны. Эксперименты при высоком давлении, проведенные Михаилом Еремцом из Института Макса Планка подтвердили: при 2 млн. атм. натрий становится прозрачным и красным, как рубин. Расчет предсказывает, что при дальнейшем повышении давления до 3 млн. атм. он будет бесцветным прозрачным как стекло материалом.

В за рубе ж н ы х ла бо ра то р и я х

**ПЛАТИНОВАЯ
НИТКА
ДЛЯ ТОПЛИВНОГО
ЭЛЕМЕНТА**

Длинная нанопроволока позволяет качественно изменить топливный элемент, считают материаловеды из США.

«Nano Letters», 11
марта 2009 года

Один из электродов современных водородных топливных элементов состоит из углерода, на который нанесены наночастицы платинового катализатора. Неудобство этого решения очевидно: двухфазная система, вещества различаются по химическим и физическим свойствам. В общем, решение не оптимально. Но другого нет, разве что делать электрод из чистой платины. А это дорого.

Ученые из Рочестерского университета во главе с профессором Джеймсом Ли нашли выход. Методом электропрядения (см. «Химию и жизнь», 2008, № 11) они научились создавать платиновую сантиметровую нанопроволоку — в тысячу раз длиннее, чем любая металлическая нанопроволока, созданная до сих пор. Из таких проволок уже возможно сделать электрод с достаточно большой поверхностью, чтобы он работал в качестве катализатора, но в то же время с него можно будет собирать электричество без использования дополнительной подложки. «До сих пор люди не думали об использовании электродов из нанопроволоки потому, что не умели ее делать. Мы изготовили нанопроволоку и теперь создаем топливный элемент с таким электродом», — говорит профессор Ли.

В за рубе ж н ы х ла бо ра то р и я х

ПРЕОБРАЗУЯ CO₂

Превратить влажный углекислый газ в метан с помощью света и катализатора сумели американские химики.

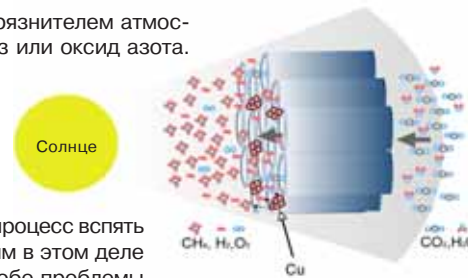


Craig Grimes,
cgrimes@engr.psu.edu

Углекислый газ объявлен главным врагом человечества, загрязнителем атмосферы, по вредности чуть ли не превосходящим угарный газ или оксид азота. Неудивительно, что на борьбу с ним поднимаются лучшие умы человечества, предлагая улавливать газ из дыма тепловых станций и выхлопных труб автомобилей и всяческими способами утилизировать. Самые умные советуют закачивать его в подземные хранилища. Более прагматичные считают: им надо кормить водоросли. А химики из Пенсильванского университета во главе с профессором Крейгом Гримсом хотят обратить процесс вспять и превратить углекислый газ в органическое топливо. Помочь им в этом деле должно Солнце. Таким образом, одновременно будут решены обе проблемы глобального потепления — утилизированы и парниковый газ, и энергия, которую приносит на планету солнечный свет.

В качестве катализатора ученые взяли нанотрубки из диоксида титана, на поверхности которых расположены наночастицы меди и платины. Диоксид отлично поглощает ультрафиолет, медь помогает ему ловить еще и видимый свет, а платина проводит реакцию между молекулами углекислого газа и воды. На выходе получают кислород и метан.

Ученые запаяли в ампуле катализатор, углекислый газ и пары воды, а затем выставили ее на солнечный свет. Опыты показали: один грамм нанотрубчатого катализатора дает 160 микролитров метана в час. Немного, конечно, но это в 20 раз больше, чем если использовать только ультрафиолет. Прогресс налицо, и энергетический ресурс — бесплатный.



Биогаз и потепление



С.М.Комаров

ТЕХНОЛОГИИ И ПРИРОДА

Проблема альтернативной энергетики, в частности, использования возобновляемых ресурсов вызывает тем больше интереса, чем все более очевидным становится факт глобального потепления.

Только что, в марте 2009 года, в Копенгагене прошла международная конференция, на которой 2500 делегатов из 80 с лишним стран большинством голосов приняли шесть ключевых предварительных рекомендаций. Ниже мы приводим краткую выдержку из них.

«Последние наблюдения подтверждают: эмиссия парниковых газов возрастает в соответствии с худшим из возможных сценариев или даже еще быстрее. Климатическая система вышла за рамки естественных колебаний параметров, в которых были сформированы современные социальная и экономическая системы. Эти параметры включают в себя глобальную среднюю температуру поверхности планеты, повышение уровня моря, динамику океана и ледников, закисление океана и экстремальные климатические события. Существуют серьезные основания считать, что отмеченные тенденции ускорятся и приведут к повышению риска внезапного или невозвратного изменения климата. Нет и не может быть оправдания бездействию, потому что у нас есть множество средств и подходов: экономических, технологических, поведенческих, управленческих, которые способны эффективно противостоять изменению климата. Однако их нужно энергично и широко использовать для проведения социальных изменений, необходимых для перехода к безуглеродной экономике». Таким образом, участники конференции полностью поддерживают гипотезу антропогенного потепления.

Есть и альтернативное мнение, которого придерживаются не только многие ученые (в том числе такие известные, как физик Фримен Дайсон, академик РАН метеоролог Ю.А.Израэль, географ В.М.Котляков), но и политические деятели. Например, чешский президент Вацлав Клаус в то время, как в Копенгагене участники конференции обсуждали антропогенные выбросы парниковых газов, создал «Пражский клуб» для защиты гипотезы о естественных причинах глобального потепления. По его мнению, никакой научной дисциплины о климате нет, а миф об антропогенном характере его изменения навязывает человечеству эксперты, которые обслуживают влиятельные группы, рассчитывающие использовать проблему климата для извлечения прибылей в виде дивидендов от торговли квотами на выбросы парниковых газов, продвижения альтернативной энергетики и производства биотоплива. Действительно, ни для кого не секрет, что сейчас производство энергии альтернативными методами обходится дороже, нежели при использовании нефти, природного газа или урана, а чтобы обеспечить соответствующим предприятиям рентабельность, правительства многих стран выплачивают им всевозможные субсидии и дотации, что несколько затемняет экономический результат их деятельности, а саму экономику делает неустойчивой.

Однако есть энергоноситель, доступный без всяких дотаций, использование которого могло бы принести выгоду как в экономике, так и в деле защиты окружающей среды. Это биогаз, основная компонента которого — метан, образующийся при разложении органических веществ в анаэробных условиях, то есть в отсутствии кислорода. До недавнего времени его основными источниками были отходы: навоз домашнего скота, сто-

ки промышленных предприятий, бытовой мусор и осадки сточных вод. Сейчас к ним добавились так называемые энергетические растения, которые специально выращивают для последующего сбраживания и получения биогаза. Про эти растения — разговор особый, а что касается отходов, то, поскольку их так и так приходится перерабатывать, попутное извлечение горючего оказывается неким дополнительным бонусом. Если же правы сторонники гипотезы антропогенного потепления, то утилизация метана полезна для борьбы с глобальным изменением климата. Ведь по степени парниковости он раз в двадцать превосходит углекислый газ (считается, что при концентрации в 200 раз меньшей, чем у углекислого газа, метан обеспечивает 19% парникового эффекта), а связанные с отходами деятельности человека выбросы этого газа составляют 10—15% от естественных.

О том, как надо получать и использовать биогаз, «Химия и жизнь» писала не раз и не два (см., например, № 12 за 1983, № 1 за 1988 год). Напомним вкратце принцип устройства установок. Биогаз образуется в два этапа. Сначала бактерии превращают углеводы, белки и жиры в органические кислоты (масляную, пропионовую, уксусную и другие). Попутно получают водород, спирты, углекислый газ, аммиак, сероводород и другие вещества. Затем в работу включаются другие микроорганизмы — метанобразующие археи, — которые и завершают процесс минерализации. То есть для стабильной работы реактора нужно большое разнообразие участвующих микроорганизмов. Некоторая часть отходов иногда остается неразложенной, и из нее получается неплохое удобрение. Выходы биогаза часто достигают 5—15 кубометров на кубометр перерабатываемой органики.

Весь процесс идет в метантенке или анаэробном реакторе, в котором имеются устройства для отвода газов, перемешивания смеси, подачи нового сырья и удаления переработанного осадка. Метан составляет от половины до двух третей объема получаемого биогаза, остальное — углекислый газ и мизерные примеси: сероводород, водород, кислород, азот. Этот газ можно сжечь на месте, а можно очистить и направить в газовую сеть либо расфасовать по баллонам. Существует возможность использовать и метан, и углекислый газ совместно: для этого биогаз следует нагреть с водяным паром, получив синтез-газ, который затем превратить в синтетическое моторное топливо.

Объемы же возможной добычи биогаза велики. Например, в 1989 году суточная мощность станций очистки московских городских стоков составляла 100 тысяч м³, а общее количество метана, которое можно извлечь из московских свалок оценивалось в 30 млрд. м³ (см. «Химию и жизнь», 1989, № 4). Не менее масштабны возможности сельского хозяйства. Из тонны навоза можно получить 55 м³ биогаза с содержанием метана 65%. При поголовье скота на 2007 год по данным Росстата (21,5 млн. голов крупного рогатого скота, 16,1 млн. свиней и 21 млн. овец и коз) и производстве навоза этими животными за время содержания в стойле (соответственно 5, 1 и 0,5 тонны), всероссийский ресурс биогаза составил бы более 7 млрд. м³. Это примерно 2% от всего годового потребления голубого топлива на территории России, общей стоимостью около 23 млрд. рублей (если считать в европейских ценах, действовавших в начале 2009 года).

С.В.Калюжный:

Без политической воли никакой биогазовой промышленности у нас не будет



ИНТЕРВЬЮ

Несмотря на очевидную привлекательность идеи превращения отходов в доходы, получение биогаза у нас не выглядит процветающей отраслью. Как в советское время этим занимались энтузиасты, так и сейчас. И даже речи не идет о том, что этот ресурс может иметь сколько-нибудь важное значение. О том, каковы перспективы биогазовой энергетики в России, нашему корреспонденту С.М.Комарову рассказал профессор, доктор химических наук С.В.Калюжный, возглавляющий направление экспертизы в Российской корпорации нанотехнологий.



Сергей Владимирович, насколько обосновано мнение, что никакого особого прогресса с использованием биогаза в нашей стране нет?

Это мнение основано на неверных сведениях. Ряд сооружений по очистке коммунальных стоков имеют метантенки для сбраживания осадков сточных вод. Более того, они предусматриваются нашими строительными нормами и правилами. Дело в том, что при очистке этих стоков с помощью аэротенков образуется большое количество осадка, который нужно обеззараживать и перерабатывать. Поскольку при анаэробном брожении существенно повышается температура, в биогазовой установке можно получить удобрение и газ для обогрева тех же метантенков и прочего хозяйства станции очистки сточных вод. К сожалению, биогаз в магистральную сеть подавать нельзя. Его требуется сначала очистить, а это приводит к дополнительным затратам. В своем же хозяйстве его сжигать можно.

А разве не сельское хозяйство — основной источник сырья для биогаза?

— Это так и не так. По объему использования в нашей стране лидирует именно очистка сточных вод и утилизация соответствующих осадков. Потенциально же, конечно, объем навоза и других отходов сельского хозяйства гораздо больше.

Почему сельское хозяйство применяет биогазную технологию столь неохотно? Кажалось бы, поставил биогазовую установку на ферме — и грей весь поселок, никому за газ платить не надо...

Ситуация тут сложнее. Главная проблема в том, что у сельского хозяйства очень слабая финансовая база. Ведь чтобы построить такую установку, нужно пойти на значительные затраты. Судите сами. На крупной ферме образуется несколько тысяч кубометров

жидкого навоза в день. Значит, нужно построить метантенки объемом в несколько десятков тысяч кубометров. Это большие количества бетона, металла. Также потребуются насосы, мешалки, нагреватели, компрессоры. За всем газовым хозяйством надо следить, значит, нужны квалифицированные люди. Сейчас на селе трудно найти и финансы, и людей. Отрицательный фактор и низкая цена на газ: она обеспечивает окупаемость такой установки за 7–8 лет. Кроме того, крупные хозяйства в значительной мере газифицированы и постоянно просят дотаций на энергоресурсы. В такой ситуации нелегко развивать производство биогаза.

Так сложилось, что из всех союзных республик в России был самый низкий уровень газификации. Например, в Белоруссии, на Украине не только города, но и почти все сельские территории были в советское время газифицированы. У нас же и ныне более трети населенных пунктов лишены доступа к газу. Отчасти это связано и с их удалением от магистральных газопроводов: тянуть к ним трубу — дело очень накладное. Газпром умеет тянуть трубы и занимается газификацией села за счет государства. Однако во многих случаях дешевле было бы тому же Газпрому построить и взять на обслуживание автономную установку по переработке навоза и бытового мусора с получением биогаза и удобрения. От этого была бы польза не только для экономики или социальной сферы, но для окружающей среды. Дело в том, что непереработанный навоз запрещено вывозить на поля.

Во-первых, в нем есть и патогены, которые могут передаваться человеку, и семена сорных растений. Во-вторых, большая часть азота и фосфора в нем находится в органическом виде, их следует перевести в минеральную форму, усваиваемую растениями. На крупных фермах, особенно по выращиванию свиней, есть еще одна проблема: там навоз смывают водой. Полученную жижу невозможно использовать на поле, поэтому ее отправляют в отстойники, откуда она порой попадает в реки. Однако штрафы за загрязнение окружающей среды слишком низки, да и система контроля оставляет желать лучшего. В результате у хозяйств нет стимула идти на затраты и заниматься переработкой. А ведь контролируемое разложение в анаэробных условиях при сбраживании навоза дает не только биогаз, но и хорошее удобрение. Самое же главное, что у нас пока нет политической воли для развития альтернативной энергетики.

А есть ли страны, где такие стимулы и воля имеются?

Конечно. Прежде всего это развивающиеся страны, например Индия и Китай. В этих странах нет магистрального газа, и сельское население живет очень бедно. Основные источники топлива для них — солома, кизяки и дрова. Биогаз — единственная альтернатива, которая позволяет повысить уровень жизни и дать доступ к благам цивилизации. Поэтому правительства этих стран вкладывают немало средств в развитие местной биогазовой энергетики. Крестьян обучают, дают им типичный дизайн установок. Но они очень простые: навоз и бытовые отходы загружают вручную, никаких насосов нет, все само стекает по наклонному желобу в реактор, потом это вручную перемешивают. Если же ставить насосы и прочее, то установки будут слишком дорогими для массового использования в этих бедных странах. Сейчас там миллионы таких простых индивидуальных метантенков.

У нас такие примитивные установки работать не могут?

Вряд ли. Все-таки наши люди при Советской власти жили в относительно комфортных условиях и привыкли к



ИНТЕРВЬЮ

некоторой автоматизации труда. Количество ручного труда за последние сто лет неуклонно сокращалось, и повернуть это вспять нельзя. Кроме того, у нас слишком мало свободных рабочих рук, особенно на селе, а в Индии и Китае другая проблема — как занять трудом многочисленное население.

А как обстоит дело в бывших советских республиках?

Поскольку многие республики были газифицированы, у них нет стимула развивать энергетику на биогазе. А вот в Грузии горные села лишены магистрального газа. Тянуть к ним ветку очень дорого, и там в последние годы пытаются активно развивать биогазовую энергетику. В горах холодно, а скота и отходов много, вполне достаточно, чтобы хотя бы частично удовлетворить потребности отдельных индивидуальных хозяйств в топливе. Но это тоже очень простые установки, потому что у сельского населения Грузии не слишком много денег.

А в Швейцарии, в Англии, Голландии — там же большие стада скота?

Наибольшее развитие производство биогаза получил в Германии. Руководители этой страны после того, как в 1998 году «зеленые» во главе с Йошкой Фишером вошли в правящую коалицию, решили: зеленая энергетика — приоритет в развитии Германии.

То есть их интересует получение топлива из возобновляемого источника, а не утилизация отходов?

И то, и другое. У немцев высокая культура производства, и если не положено переработанный навоз вносить на поля или сливать навозную жижу в реку, то фермер этого не делает. В противном случае полиция выпишет ему крупный штраф. А для развития биогазовой энергетики фермеру стали приплачивать за то, что он использует газ, выработанный на собственной ферме. Кроме того, он может его сжечь, превратить в электроэнергию и продать ее в электросеть, получив еще один вид дополнительного дохода. Дело оказалось столь выгодным, что для увеличения выхода газа в навоз стали добавлять пшеницу. В результате увеличились посевы пшеницы, а в стране было создано 4–5 тысяч боль-

ших метантенков емкостью в тысячи кубометров. Помимо борьбы за чистоту окружающей среды эта кампания преследует еще одну цель — неявное субсидирование сельского хозяйства. Ведь число фермеров в Германии сокращается, а это ставит под угрозу продовольственную безопасность страны. Поскольку немцы рассматривают поддержку сельского хозяйства как элемент государственной безопасности, затраты на дотации не кажутся им чрезмерными.

С помощью дотаций легко любое дело превратить в выгодное. А сходитесь ли энергетический баланс? Ведь если делать биогаз не из отходов, а специально сажать растения, то нужно учесть затраты энергии на посевную, уборочную, на удобрения, на хранение семян.

Сейчас этот баланс не сходится — энергия биогаза, полученного из специально посаженных растений, меньше затрат энергии на его производство. Однако считается, что в будущем баланс сойдется за счет совершенствования технологии производства и повышения урожайности. Видимо, это будет достигнуто с помощью генетического модифицирования растений, которое увеличит эффективность фотосинтеза.

Если выращивать растения исключительно на биогаз, не произойдет ли обеднение почвы, ведь органические вещества не возвращаются обратно в виде соломы?

Такой опасности нет. Компост возвращается в почву. Это гумусообразующие вещества, почти весь азот, фосфор, микроэлементы. Конечно, для поддержания плодородия почвы надо вносить и минеральные удобрения, но их количество ниже, чем используют при интенсивном производстве продуктов питания.

А существует ли у нас лидер по изготовлению биогазовых установок? Какие-нибудь типовые установки?

Нет, есть отдельные компании в разных регионах, которые создают индивидуальные проекты. Ведь главная область использования биогазовых установок — все-таки не сельское хозяйство, а переработка отходов, главным образом пищевых производств. А они всегда разные. Возможно, если бы был массовый потребитель, то появи-

лись бы серийные биогазовые установки. А он возникнет только при наличии соответствующей политики государства и соответствующего перераспределения ресурсов, направляемых на газификацию села.

Биогаз можно получать из четырех источников — это промышленные и коммунальные стоки, бытовые отходы, отходы сельского хозяйства и энергетические растения. Какое направление у нас представлено лучше всего?

Лучше всего развита очистка стоков пищевой промышленности. Каждый литр пива производит в СССР десять литров сточных вод. На современных пивоварнях этот объем сокращают до четырех, но сток получается концентрированным. Такие же концентрированные стоки получают при производстве молочных продуктов, сладких напитков, чипсов. Анаэробное сбраживание — самый эффективный способ их переработки: получают метан, углекислый газ, очищенная вода и некоторое количество твердых отходов. Фактически происходит диспропорционирование органики на самое окисленное (CO_2) и самое восстановленное (CH_4) соединения углерода. Поскольку отходы, в отличие от навоза, жидкие, можно организовать высокотехнологическое производство: использовать иммобилизованные клетки, современные конструкции реактора. Такие системы стоят, например, на заводах компании «Балтики», в Кашире на производстве чипсов «Лейз», в Черноголовке на заводе «Ост-аква» по производству прохладительных напитков. На Очаковском заводе, правда, такой системы нет. Кстати, в Черноголовке, благо это наукоград, есть идея всю переработку бытовых отходов перевести на биогаз. Это очень интересная тема.

А как такая система может выглядеть?

Для этого требуется наладить раздельный сбор мусора. Ведь органика составляет 40% объема городского мусора, а каждый москвич в день производит 1 кг ТБО. Отправив ее на переработку, можно получить опять-таки биогаз и удобрение. Кроме того, сокращается объем сжигаемого мусора. В принципе, производя биогаз из своего мусора, Москва могла бы в значительной степени обеспечить потребность города в голубом топливе. К сожалению, в этом направлении проводятся лишь отдельные эксперименты о которых мало кто знает, и никто не стремится предпринимать более масштабные шаги. А вот в Голландии население приучили к раздельному сбору мусора за десять лет. Вряд ли русские обучаются этому нехитрому делу хуже, чем голландцы.



**НТТМ
2009**

IX ВСЕРОССИЙСКАЯ ВЫСТАВКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА МОЛОДЕЖИ



24-27 июня, Москва, Всероссийский выставочный центр, павильон 75

ОРГАНИЗАТОРЫ:

Министерство спорта, туризма и молодежной политики РФ
Министерство образования и науки РФ
Федеральное агентство по делам молодежи
Правительство Москвы
Совет ректоров вузов Москвы и Московской области

УСТРОИТЕЛЬ:

Всероссийский выставочный центр

НТТМ-2009 – это:

- итоги региональных конкурсных мероприятий, демонстрация возросшей творческой и научной активности молодого поколения
- эффективная форма общественной и профессиональной экспертизы представленных проектов
- уникальная возможность продвижения инновационных разработок и научно-технических проектов
- информационный повод публичных презентаций научных исследований, изобретений, открытий
- всесторонняя поддержка интеллектуального и творческого потенциала молодежи

Победители конкурсных программ НТТМ выдвигаются на:

- получение премии для поддержки талантливой молодежи
- присуждение гранта по программе «У.М.Н.И.К.»
- награждение медалью «За успехи в научно-техническом творчестве» и нагрудным знаком «Лауреат ВВЦ»

Участники выставки

- представители творческой молодежи из регионов России и стран СНГ в возрасте от 12 до 27 лет.

**НТТМ-2009 открывает новые возможности
для реализации инновационных проектов
по поддержке и развитию молодежи**



WWW.NTTM-EXPO.RU



2009 – ГОД МОЛОДЕЖИ



Крохотная модель жизни и смерти

Кандидат физико-математических наук

А.В.Товмаш,

кандидат химических наук

А.С.Садовский

*Когда мы разгадаем
червя — мы поймем жизнь.*

Джон Сальстон

Маленький червячок, нематода *Caenorhabditis elegans* принес пятерым своим исследователям три Нобелевские премии. Самую свежую — по химии, в 2008 году, получил Мартин Челфи, за то, что предложил прицеплять ген светящегося белка медузы к какому-нибудь гену нематоды: все клетки, где этот ген активируется, будут светиться (см. «Химию и жизнь», 2008, № 12). А коль скоро нематода прозрачна, это легко увидеть.

Именно на нематодах открыли явление интерференции РНК лауреаты Нобелевской премии по медицине 2006 года Эндрю Файер и Крейг Мело (см. «Химию и жизнь», 2006, № 11). Но первыми были Сидней Бреннер, Джон Сальстон и Роберт Горвиц — премию по медицине за открытие апоптоза им присудили в 2002 году (см. «Химию и жизнь», 2003, № 1). Лидировал здесь, бесспорно, Бреннер — один из отцов-основателей молекулярной биологии. Впрочем, отнюдь не манипуляциями с зеленым белком или интерференцией РНК знаменита нематода: ее исследования внесли живую струю в геронтологию, которая в течение длительного времени оставалась тихой заводью в биологической науке. На новой живой модели оказалось очень удобно проверять, как продолжительность жизни связана с наследственностью и условиями среды обитания. Наш обзор призван показать место червячка в этих исследованиях.

Топ-модель

Официально заслуги Бреннера, Горвица и Сальстона составили «открытия, посвященные генетической регуляции развития органов и запрограммированной клеточной смерти». Им удалось досконально запечатлеть обыденное чудо — возникновение из одной оплодотворенной клетки сложного живого организма. До них прослеживали лишь процесс тиражирования клеток бактерий и дрожжей путем деления.

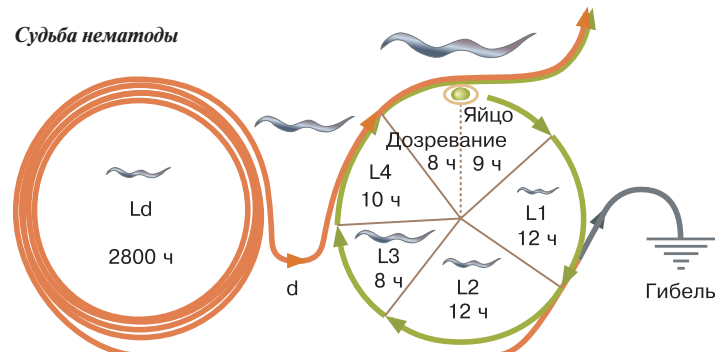
Для исследования Бреннер выбрал одно из самых простых многоклеточных беспозвоночных животных — нематоду *C. elegans*. Генетику животных начали изучать на мушке дрозофиле, успехи в этом направлении уже давно были отмечены Нобелевскими наградами — Томас Морган (1933) и Герман Мёллер (1946). Новая модель оказалась существенно проще; потом ее стали называть Червем с большой буквы, хотя к этому одному миллиметровому грациозно извивающемуся созданию более подходит слово «Червячок». В одинаковых условиях червячки растут точно по графику: генетической программой строго предопределено предназначение каждой клеточки (а их число у взрослого гермафродита равно 959, не считая половых клеток), то есть куда она пойдет — в нервную, пищеварительную или дви-

гательную систему. Цикл развития составляет около трех дней, за это время червячки успевают вылупиться из яйца, пройти четыре стадии личиночных линек и подготовиться к размножению (подробности можно рассмотреть на приведенной схеме). Немаловажно и то, что значительная часть элгансов — гермафродиты, способные к самооплодотворению: это упрощает поддержание чистоты линий от случайных скрещиваний. Среди червей есть и самцы, но их мало — около 0,05%.

Помимо простоты устройства организма, червячки удобны и в других отношениях. Они никуда не разлетятся и даже не разползутся из чашечек с агар-агаровым «газоном», засеянным их любимой едой — кишечной палочкой *E. coli*. Живут червячки две-три недели и места в лаборатории занимают много меньше, чем дрозофилы. Их тельца полупрозрачны, отдельные клетки легко наблюдать в интерференционно-контрастный микроскоп Номарского (а в обычном прозрачные тела были бы видны плохо). Глядя в него во время многочасовых наблюдений будущие нобелевские лауреаты зарисовывали вручную всю последовательность развития, то есть из какой клетки какая получается. Нарушали же эту последовательность специально с помощью мутагена — метилэтансульфоната. Первые две фундаментальные статьи Бреннера по генетике червячка вышли в 1976 году, а в конце 1998 года была опубликована полная последовательность его генома. *C. elegans* стал первым многоклеточным существом, чей геном был отсеквенирован.

Смерть в отдельной клетке

К 1972 году у исследователей уже сложилось некое представление о запрограммированной клеточной смерти, которую называли апоптозом (по-гречески «опадание листьев»). Еще не было понятно, насколько широко она распространена в живой природе, однако число клеток у растущих и взрослых червячков постоянно расходилось на одну и ту же величину. В процессе развития из 558 клеток личинки L1 в теле взрослого гермафродита получается 959 соматических, при этом по зарисовкам ученых 131 клетка с неизбежностью подвергается апоптозу. Неудивительно, что Джон Сальстон — бывший аспирант Бреннера, ныне руководитель кафедры в Манчестерском институте этики и науки, а в момент проведения исследования сотрудник лаборатории молекулярной биологии в Кембридже — из наблюдений за мутантами первым и нашел апоптозный ген *puc-1* (от *nuclease*, нуклеаза). Затем его коллега



Смерть опустил на колени и пригляделся к одной из жизнеформ — иначе ее было и не увидеть, настолько она была мала... Затем он достал из-под плаща сверток из черного материала, похожий на набор каких-нибудь ювелирных инструментов. Крайне осторожно вытащил из соответствующего кармашка косу не более дюйма длиной и зажал ее между большим и указательным пальцем.

Терри Пратчетт. Санта-Хрякус



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Горвиц обнаружил еще два гена смерти: *ced-1* и *ced-2* (cell death, смерть клетки). Но все они, как потом выяснилось, проявляют себя на завершающей, санитарной стадии — ликвидации клеточного трупa.

Вернувшись в 1977 году из Кембриджа в Массачусеттский технологический институт, Горвиц со своими аспирантами продолжил исследования нематоды. Они старались найти мутантов, у которых клетки, приговоренные к апоптозу, не умирали бы. В результате на одном из мутантов был открыт ген, функционально связанный с началом апоптоза *egl-1* (egg-laying, яйцекладение, поскольку у этого мутанта были отклонения в кладке яиц).

Бессмертный червячок

Однако вернемся к истокам вопроса о жизни. В 1978 году в журнале «Нэйчур» появилось письмо Михаила Класа и Дэвида Хирша из Колорадского университета под заголовком «Non-ageing developmental variant of *Caenorhabditis elegans*» («Вариант развития *C. elegans* без старения»). Из нее следовало, что едва вылупившийся червячок должен оценить, достаточно ли хороши условия для его развития. Если обстановка напоминает кризисную — большая скученность, мало пищи, не та температура, — он может решить, что совсем не стоит развиваться в таких условиях. Ведь ошибка может привести к гибели. У червячка есть альтернатива: ценой задержки продолжения рода перейти в состояние Ld — дауэр-личинки (что по-немецки значит «стойкий») и дожидаться лучших времен. Принять правильное решение ему помогут взрослые особи, выделяя сигнальное соединение. Выходя из первой линьки, личинка способна перестроить режим метаболизма в энергосберегающий, и такое «спящее» существование может продолжаться до четырех месяцев, то есть в разы дольше, чем обычно живет червячок. При благоприятных условиях элганс выходит из состояния Ld уже сразу на стадию последней, четвертой, линьки L4.

Броские названия статей вполне уместны для «Нэйчур», поскольку в этом журнале как раз и печатают сообщения о новых и важных результатах. Однако в названии есть неточность. Слово «нестареющий» (non-ageing) в подобных контекстах обычно звучит как смягченное «бессмертный» или «биологически бессмертный». На самом же деле дауэр-стадия — не «развитие без старения», а случай его задержки. Продолжительность жизни взрослой особи после окончания этой паузы остается неизменной, хотя полный цикл развития сильно удлиняется.

За десятки миллионов лет эволюции нематоды научились бороться с трудностями бытия и другим путем. Полностью противоположную стратегию разработала нематода *Strongyloides ratti* из соседнего семейства с *Caenorhabditis*. Она паразитирует в кишечнике грызунов, но, видимо, на случай смены хозяина оставила себе возможность свободного существования в почве. Жизнь самки на свободе весьма коротка — всего пять дней. Зато если ее инфекционные личинки Ls — антиподы Ld — добиваются до кожи или легких грызуна, проникают внутрь организма, достигают кишечника и в последний раз линяют, то далее в комфортных условиях тепла и изобилия пищи они, судя по иммунному отклику мыши, могут откладывать яйца все те 400 дней, что отведены на жизнь этого су-

щества. То есть у личинок Ls максимальная продолжительность жизни достигает времени жизни хозяина. Так для молодого поколения геронтологов маленький древний червячок оказался просто находкой.

Живучие мутанты

М.Класс, пока коллеги делали свою нобелевскую работу по механизму апоптоза, продолжал работу с червячками в другом направлении: в начале восьмидесятых он провел первое исследование влияния различных факторов, в том числе и калорийности диеты на продолжительность жизни нематод (J). Отслеживая величину J, он отобрал восемь штаммов долгожителей. Представители двух линий спонтанно переходили в стадию Ld, у одного штамма была нарушена хемотаксическая реакция, что, очевидно, затрудняло поиск пищи. У остальных пяти отмечены нарушения в пищеварении. У этих шести отобранных мутантов долгожительство было отнесено на счет вынужденной голодной диеты (ГД). Работа шла успешно, но Класс решил расстаться с наукой и занялся бизнесом. Все результаты по червячкам он передал Тому Джонсону из Калифорнийского университета в Ирвине.

Разбираясь с мутантами Класа, Джонсон пришел к выводу, что у всех них увеличение J связано с отклонением в одном только гене, который он назвал *age-1* (от английского *age* — «возраст»). Большие затруднения с исследованием *age*-фенотипа вызваны тем, что этот ген сопряжен с другими, то есть какой-то количественный признак появляется только в результате их совместной работы. Однако в конце концов удалось установить, что именно *age-1* обеспечивает увеличение средней продолжительности жизни мутантов на 40—60 %. Сообщение об открытии первого гена, контролирующего продолжительность жизни животных, появилось в 1988 году.

Затем, в 1993 году, группа Синтии Кенион из Калифорнийского университета в Сан-Франциско обнаружила долгоживущих мутантов с отклонением в *daf*-генах (*dauer formation* — образование личинок в стадии дауэр). Двукратное увеличение J наблюдалось при наличии двух нарушений, например *daf-2* и *daf-16*. Вскоре выяснилось, что указанные гены долгожительства кодируют основные белки линии сигнализации ILS — инсулин/инсулиноподобного фактора роста.

У млекопитающих в нее входят действующие параллельно инсулин и инсулиноподобный фактор роста IGF-1 со своими рецепторами, из основных посредников передачи сигнала надо выделить фермент протеинкиназу PI-3K, а в конце цепи белок FOXO (вариация его гена повышена у людей-долгожителей — см. «Химию и жизнь», 2009, № 3. — *Примеч. ред.*). Последний называют транскрипционным фактором, так как в зависимости от поступающего сигнала он вызывает экспрессию того или иного гена. У червячков ни инсулина, ни IGF-1 нет, их заменяет 35 инсулиноподобных белков (такой избыток не понятен), соответственно есть и аналогичная консервативная система связи, для которой сохранили то же название — ILS.

Инсулиноподобные белки (например DAF-28) активируют мембранный рецептор, образованный парой молекул DAF-2,

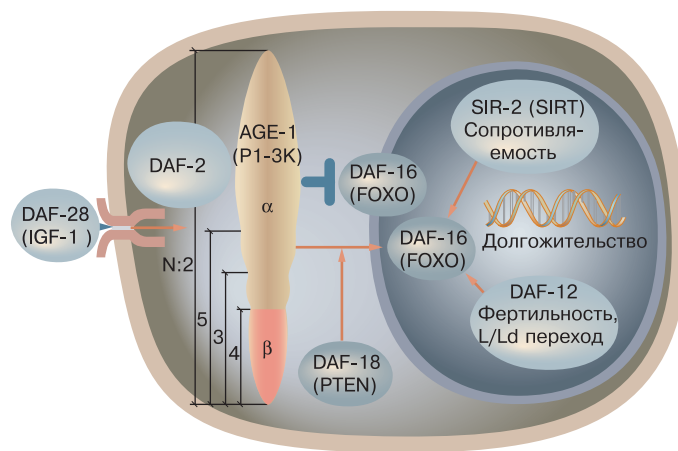
сигнал от которого в виде фосфатных групп передается на протеинкиназу AGE-1. (Аналогия белков червячного AGE-1 и человеческого PI-3K создает дополнительную интригу в исследовании долголетия на червячках.) Этот фермент состоит из α -, β -белковых доменов каталитической субъединицы и «кармана» для фосфатных групп, получаемых через посредников. Фосфатные группы в конечном счете могут оказываться на регуляторном белке DAF-16 и подавлять его активность. Их продвижение к этой цели зависит от фосфатазы DAF-18, которая отрывает группы от белков-посредников. Белку DAF-16 отведена важная роль: наподобие переключателя программ телеканалов, он вызывает экспрессию того или иного гена, для чего должен добраться до ДНК. Избыток же фосфатных групп мешает ему преодолеть барьер ядерной мембраны.

Недавно (2008 год) Роберт Райс с коллегами из Арканзасского медицинского университета совместил изменения среды (червячков держали на холоде, при 20°C) с генной модификацией (мутации по *age-1*). Дикий червячок (стандартный штамм с индексом N:2 в коллекции по каталогу) был скрещен с коллекционным мутантом, у которого каталитическая субъединица в протеинкиназе AGE-1 была сильно урезана (положение 3 на схеме), его мы обозначим n(3). У мутантов Класса-Джонсона она усечена не столь сильно (положение 5), мутанты n(4) с полным отсутствием этой субъединицы оказались неинтересными. Во втором поколении гибрид n(3) давал гомозиготу 3(3). Это поколение, будучи выращенным на холоде, по продолжительности жизни превосходило в десять раз «дикую бабушку» N:2 и, кроме того, отличалось повышенной устойчивостью к ядам. Все замечательно, но вот только этот гибрид был бесплодным.

Работа Райса привлекла широкое внимание — в подсознании массового читателя десятикратное увеличение J накладывается на человеческие масштабы. Но если вспомнить о *C. rattus*, то этот результат может показаться даже скромным: ведь паразитирующая нематода при смене среды почти в 100 раз меняет J, обходясь всего лишь стандартным набором генов и сохраняя при этом плодовитость. Райс намерен перенести использованный подход и на мышей, а рассмотренную нами работу запатентовал.

Яровизация червячка

В опытах Райса вклад по отдельности обоих факторов (мутации и охлаждения) в десятикратное увеличение J не определен, и смогли бы червячки-мутанты прожить столь долго при нормальной температуре ни в статье, ни в патенте не говорится. Впрочем, его манипуляции с температурой напоминают известный прием яровизации (обработка семян холодом для повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям) и приводят на память давно известное физиологам явление гормезиса. В общем виде гормезис — это реакция организма, меняющаяся на противоположную в зависимости от дозы воздействия внешнего фактора. Классическая зависимость имеет вид «петли гормезиса» и соответствует положительной адаптивной реакции на малые дозы, в то время как большие дозы того же фактора приводят к пагубным, резко отрицательным последствиям. Так, если червячков подвергать умеренным тепловым стрессам, то значение J может увеличиться до 30%, а перегрев, естественно, приводит к их гибели. При умеренном переохлаждении можно ожидать тех же эффектов. Различные стрессоры часто вызывают неспецифическую, совокупную реакцию: после умеренного прогрева у молодых червячков повышается содержание белков теплового шока и появляется не только термотолерантность, но так же устойчивость к действию токсикантов. Индикатором жизнеспособности часто служит реакция на бипиридиловый гербицид «Паракват» или перекись водорода.



Путь, ведущий к долгожительству весьма запутан.

У червячков он начинается с того, что белок DAF-28 активирует мембранный рецептор DAF-2. Тот передает сигнал на AGE-1.

Если затем этот сигнал достигнет белка-переключателя DAF-16, он сможет проникнуть внутрь ядерной мембраны и включить какие-то гены. Передаче сигнала может мешать DAF-18.

У мутантов с дефектным геном age-1 механизм передачи сигнала нарушен: они живут дольше, но плохо размножаются.

Если DAF-16 проник в ядро, то там его ждет рецепторный белок DAF-12, взаимодействие с которым тоже скажется на способности к размножению и устойчивости к стрессу, более подробно об их связи с системой сигнализации ILS говорить не приходится...

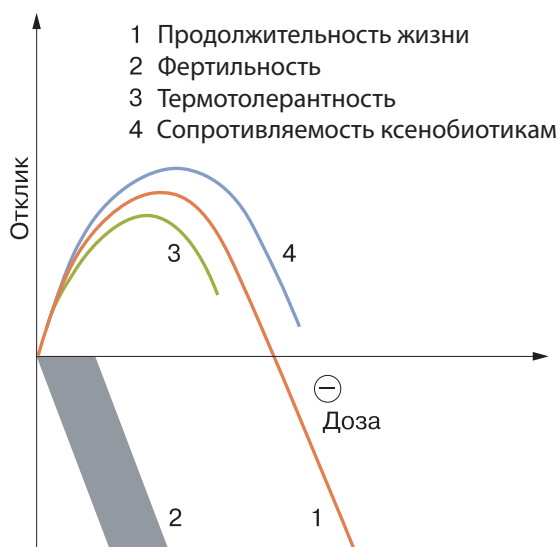
У млекопитающих аналогичный белок-переключатель подвержен сильному влиянию белков типа SIRT, которые регулируют замалчивание информации и способствуют адаптации к стрессу.

На схеме приведены лишь общие контуры системы регулирования способности к размножению и устойчивости к стрессу, более подробно об их связи с системой сигнализации ILS говорить не приходится...

Закаленные червячки живут дольше, но им за это часто приходится расплачиваться плодовитостью. На это указания есть, но характер зависимости от дозы не уточнен: снижается ли плодовитость сразу до нуля, либо начинается ее уменьшение при воздействии с определенной силой. Результаты Райса для гомозиготы по основным признакам — повышение J и устойчивости к ядам, сопровождаемое потерей фертильности, — соответствуют картине теплового гормезиса. К тому же мутанты n(5) *age-1* у Джонсона в обычных условиях жили в полтора раза дольше «дикчиков» N:2, а на холоде у Райса — уже вдвое.

Помимо холода и нагрева гормезис могут вызывать некоторые химические соединения, повышенная сила тяжести, излучение. Природные или синтетические соединения, оказывающие в малых дозах благоприятное воздействие на организм, предложили называть «горметинами». Название выбрано, очевидно, с учетом их ожидаемого фармакологического применения. Сюда же, по определению, попадают и распространенные, привычные вещества, такие, как кислород (превышение нормы), алкоголь, тяжелая вода и прочая.

Случилось так, что на рубеже столетий концепция гормезиса в геронтологии заняла особое место. В 1930-е годы Ганс Селье ввел собирательное понятие «стресс» и этот термин давно перешел в обиходную речь. Тогда же увеличение продолжительности жизни при голодной диете, установленное на модельных животных, стало общеизвестным фактом. Первые эксперименты с голодными крысами провел в 1934 году Клайв Маккей в Корнельском университете. Они получили интуитивно понятное толкование: при ГД должна снижаться интенсивность метаболизма и повышаться его избирательность: меньше свободных пероксидных радикалов, меньше бракованных белков и меньше мутаций. Словом, как пел Высоцкий: «кто меньше напрягается, тот лучше сохраняя».



При небольшой дозе вредного фактора одновременно увеличиваются как реакция на него, так и продолжительность жизни. А вот плодовитость всегда снижается

ется». Однако прямые измерения с этим не согласуются, что создает определенное неудобство для теоретиков. Скорость метаболизма у долгоживущих червячков если не выше, чем у диких особей, то никак не ниже, а пероксидные радикалы не играют решающей роли в их долгожительстве. Это, в частности, выяснил бельгиец Жак Ванфлетерен: скорость потребления кислорода, равно как и активность ферментов, занятых в нейтрализации активных кислородных фрагментов, у диких червячков и долгоживущих мутантов *age-1* и *daf-2* находятся на близком уровне. Противоречие снимается, если априорную идею о снижении скорости метаболизма заменить концепцией гормезиса, вызываемого стрессом голодания.

Стресс-голод

Действие такого спровоцированного стресса несколько меняет саму картину гормезиса. Классическая опрокинутая *v*-образная зависимость от опосредованного фактора может размываться. Неизменным остается лишь ее инверсионный характер относительно выбранного нуля: недоедание — продлит жизнь (+), а голодание или неполноценное питание ускорит смерть (-). Помимо голодной диеты, действующим фактором может оказаться практически любое метаболическое нарушение гомеостаза. При этом организм мобилизует все силы для его устранения, запуская работу сотни генов. В случае гормезиса адаптационная реакция оказывается неадекватно завышенной, происходит как бы пере-регулирование. Нарушение устраняется «с запасом», что в конечном счете и приводит к увеличению *J* (если перенапряжение организма не вызвало преждевременную смерть).

Недоедание на уровне клетки затрагивает прежде всего линию связи ILS, а ее сопряжение с другими линиями обуславливает неспецифичность ответной реакции, присущей гормезису. Так, перекрытие ILS и линии регулирования репродуктивной функции происходит, как считают, по белку DAF-12. Это аналог рецептора витамина D, который может влиять на активность белка DAF-16, определяющего выбор экспрессируемого гена. Фосфатаза DAF-18 оказывается компонентом обеих цепочек регулирования — описанной ранее устойчивости к стрессам через белок AGE-1 и того же каскада ILS. Выясняется, что организм можно обмануть и запустить весь этот каскад связей совсем без обращения к голодной диете, то есть без

видимого стресса, а с помощью химических соединений. Они получили название миметиков (от французского *mimetisme* — «подражание»).

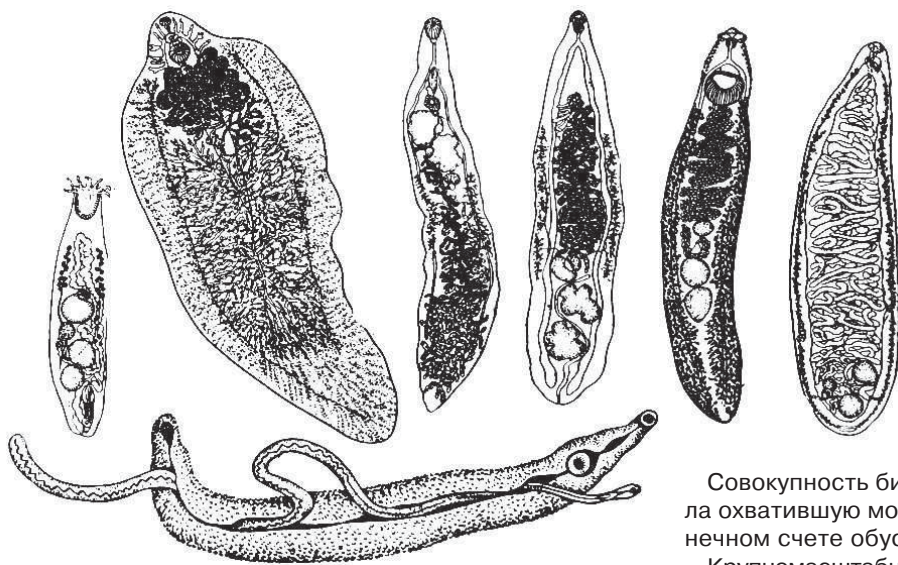
Недавно в Германии Михаэль Ристов исследовал действие на червячков глюкозы, из молекулы которой удалены две ОН-группы (2-деокси-D-глюкоза или 2-DG). Этот миметик блокирует усвоение глюкозы и вызывает признаки сразу двух стрессов — оксидантного и голодания, в оптимуме увеличивая продолжительность жизни на 20%. Примечательно, что если одновременно добавляли антиоксидант, подавляющий первый из указанных стрессов, то продолжительность жизни уменьшалась до нормы. Полученные результаты имеют отношение также к проблеме инсулин-независимого диабета, вызываемого нарушением метаболизма глюкозы в тканях. Ристов считает, что с учетом этих данных следует критически проанализировать принятую схему лечения диабета.

Другой миметик — полифенольное соединение ресвератрол, которое в небольших количествах содержит кожура темного винограда. В рекламе биодобавок его называют антиоксидантом и фитоалексином, последнее слово подчеркивает природное предназначение — отпугивать от растения вредителей и травоядных врагов. Плодовую мушку, которая с удовольствием ест виноград, ресвератрол вроде бы не отпугивает, как и любителей красных вин. Подопытным мышам, питающимся *ad libitum*, то есть досыта, он тоже не портит аппетита при подмешивании в корм. Главное, что мыши при этом жиреют, но не болеют и живут так же долго, как и в контрольной группе, которую кормят впроголодь. Происходит это потому, что ресвератрол тормозит прохождение сигналов по каскаду ILS и активацию фермента SIRT1, который называют «главным дирижером» метаболизма. Он причастен к апоптозу, клеточной репарации, энергетическому обмену, и это не все, но из перечисленного вполне понятна его роль в поддержании безболезненного долгожительства. Одна из его мишеней — транскрипционный фактор FOXO. К аналогам млекопитающих мы перешли не по ошибке: хотя подобные гены есть и у червячков, и у мушек, этот механизм не консервативен — на продолжительность жизни дрозофилы ресвератрол практически не влияет. По мнению английских ученых Линды Пэтридж и Дэвида Гемса, она, питаясь фруктами, так эволюционировала, что сразу его нейтрализует. У диких червячков, а также у мутантов по гену *sir-2* эффект есть, но очень слабый. Ресвератрол на них действует не так, как на млекопитающих, скорее, как непосредственный стрессор (горметин). При этом запускается хемопротекторный механизм, так что увеличение *J* происходит в обход инсулинового сигнального пути ILS и фермента SIR-2. Продление жизни невелико и плохо воспроизводимо. Подобие генов, как видим, еще не означает сходного действия. Мало знать карту генов, главное — понять, в каких условиях и что ими управляет.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ





*Ланцетовидный сосальщик
на разных стадиях жизненного цикла*

Монгольское нашествие трематод

10 апреля 1221 года монгольские войска взяли Нишапур — крупный город в Персии, родину Омара Хайяма. Просьба горожан о помиловании была отклонена. Все жители, за исключением четырехсот ремесленников, перебиты, город разрушен до основания, а место его распаханно. При взятии Балха в отместку за гибель любимого внука Мухаммеда Чингисхан велел казнить всех. Приказ был выполнен.

Захватив город, монголы обычно приказывали жителям выйти за его стены в поле. Предав город грабежу, а если горожане оказывали сопротивление, то и стерев его с лица земли, они отбирали ремесленников, молодых женщин и уводили в рабство. Остальных избивали, выстроив в ряды, по головам тяжелыми игольчатыми булавами.

Много воды утекло с тех пор, каких только завоевателей не было за минувшие века, но до сих пор монголов считают самыми жестокими и беспощадными.

Монголы-скотоводы уничтожали города и вытапывали посевы. Они служили своему скоту, как скот служил им для завоевательных походов. Кочевник не мог обойтись без коня, а конь — без пастбищ. Ни для горожанина-ремесленника, ни для крестьянина-земледельца в мире кочевников не было места. Но убивать всех от мала до велика — это слишком даже по меркам того времени.

Доброта и милосердие, жестокость и беспощадность — этими качествами принято характеризовать отдельных личностей, но не народы. Почему же столь суровый приговор монгольским завоевателям остался в истории? По нашему мнению, монголы были жертвой эпидемии дикроцелиоза. Они были больны!

Совокупность биосоциальных факторов предопределила охватившую монголов эпидемию дикроцелиоза и в конечном счете обусловила их завоевательные походы.

Крупномасштабное скотоводство в условиях Средневековья неизбежно должно было столкнуться с трематодозами. И главным фактором, вызывающим эпидемии и эпизоотии, по нашему мнению, был ланцетовидный сосальщик.

Дикроцелий, или ланцетовидный сосальщик (*Dicrocoelium lanceatum*), — плоский червь примерно 1 см в длину. Его промежуточным хозяином могут быть сухопутные моллюски — *Zebrina*, *Fruticula* и др. Ланцетовидный сосальщик не имеет хозяев, обитающих в водной среде, в отличие от описторха, фасциолы и других. Водоемы редко встречаются в азиатских степях, следовательно, дикроцелиоз был наиболее распространенным трематодозом.

Яйца ланцетовидного сосальщика размером 38–45 мкм, часто асимметричные, с толстой гладкой оболочкой коричневого цвета, легко переносят высыхание и промерзание. Из кишечника окончательного хозяина они попадают в почву и могут быть проглочены улитками. В кишечнике моллюска из яиц выходит личиночная стадия — мирацидий. Он внедряется в ткани хозяина и превращается в спороцисту. Спороцисты порождают еще одно поколение спороцист, а затем церкариев. Церкарии попадают в полость легкого, где накапливаются, а затем вместе с комочками слизи выдавливаются через дыхательные отверстия моллюска наружу.

Особенность жизненного цикла дикроцелия состоит в том, что у них есть дополнительный хозяин — муравей. Насекомые поедают выделения моллюсков и заражаются церкариями. В теле муравья церкарии инцистируются, образуя метацеркарии. Один из церкариев проникает в головной ганглий муравья, изменяя его поведение. Зараженный муравей не возвращается на ночь в муравейник. Как правило, он заползает на вершину травянистого растения, цепляется за него челюстями и надолго зависает. Если его вместе с травой проглатывает млекопитающее, развитие червя продолжается: в организме основного хозяина из метацеркарий развиваются взрослые сосальщики.

Дикроцелий паразитирует в желчных ходах печени крупного и мелкого рогатого скота и сейчас у человека встречается крайне редко. Последнее легко объяснимо. Травоядные животные заражаются при случайном заглатывании дополнительного хозяина — муравья с инвазионными личинками-метацеркариями. Человек не заражается дикроцелиозом, ведь он не ест траву на пастбищах! Так что же случилось с монголами?

Муравьи в полевых условиях нередко заползают в пищевые продукты, в чем каждый мог убедиться, если ему приходилось когда-нибудь ходить в поход, выезжать на рыбалку или охоту. Нетрудно представить, что его могли раздавить на куске мяса или проглотить вместе с пищей — и опасной начинкой.



ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

Жизненный цикл ланцетовидного сосальщика был расшифрован только в середине XX века. Следовательно, монголы не могли даже предположить, что муравьи-камикадзе представляют опасность. А так как вся жизнь кочевников проходила в степях, вероятность распространения среди них дикроцелиоза представляется весьма высокой.

Трематоды поражают печень, разрушая ее. Печень — орган злобы, считали в Древнем Вавилоне. И не случайно. Поражение печени сказывается на поведении больного.

В основе патогенеза дикроцелиоза лежит изменение иммунной системы с развитием аллергического состояния и механическое поражение желчных ходов, застой желчи в связи с закупоркой сосудов паразитами, вторичное ее инфицирование. В ранней фазе отмечается острая аллергическая реакция: повышение температуры, головные, мышечные и суставные боли, зудящая кожная сыпь, астматический бронхит, увеличение лимфатических узлов. В хронической фазе беспокоят боли справа под ребрами и над желудком, они отдаются и в другие части тела; увеличиваются печень и желчный пузырь, развиваются симптомы поражения печени, желчных путей и поджелудочной железы, желудка, отмечаются функциональ-

ные нарушения нервной системы. Это прямая связь. Обратная заключается в том, что негативные психологические состояния вызывают рефлекторный спазм желчных протоков, а это задерживает отток желчи, она застаивается, печень увеличивается. Из мелких протоков печени застоявшаяся желчь всасывается в кровь, попадает по сосудам кровеносной системы в капилляры кожи и глаз, окрашивая их в желтый цвет. Длительный застой желчи может приводить к образованию кристаллических сгустков, способных превращаться в желчные камни. Желтый цвет кожи и белков глаз — так изображали монголов — может свидетельствовать о желтухе. Желтуха чаще возникает при инфекционных заболеваниях печени, но может быть следствием трематодозов.

По нашему мнению, трематодная гипотеза убедительно объясняет факт монгольского нашествия с позиций биологического детерминизма. Эта концепция не отвергает, а, напротив, дополняет традиционные подходы историков. В настоящее время у биологического детерминизма не так много сторонников, несмотря на то что многие признают: биологические факторы оказывают доминирующее влияние на нашу жизнь.

Один мой знакомый пошутил: «Не надо мне советовать, что кушать. Я лучше вас знаю своего солитера». Думаю, что и самих себя, и свою историю мы понимали бы глубже, если бы лучше знали своих трематод.

А.М.Черников

Что еще почитать о дикроцелиях и монгольском нашествии

Генис Д.Е. Медицинская паразитология. М.: Медицина, 1985. 304 с.

Радий Фиш. Джалалиддин Руми. М.: Молодая гвардия, 1972. 288с.

Шарова И.Х. Зоология беспозвоночных. М.: ВЛАДОС, 1999. 592 с.



Московский Дом Книги
СЕТЬ МАГАЗИНОВ

Московский дом книги рекомендует

**Александр
Смирнов**

Элементы
эндокринной
регуляции
М.: ГЭОТАР-Медиа,
2008



Автор подробно рассказывает о сложных процессах, лежащих в основе эндокринной регуляции. Необходимое условие существования, роста, развития, адаптации и воспроизведе-

ния многоклеточного организма — обмен информацией между его клетками с помощью специализированных сигнальных соединений. Сегодня выявлено нескольких сотен таких соединений, включая гормоны. В биосинтезе, транспорте, метаболизме также участвуют тысячи белков, многие из которых могут быть мишенями для фармакологического вмешательства. Книга предназначена студентам медицинских и биологических вузов, специалистам в области эндокринологии, нормальной и патологической физиологии и биохимии.

Юрий Золотов
Химики ещё шутят
М.: КД Либроком,
2009



Коллекция забавных историй и остроумных высказываний химиков и о химиках. Написана известным российским химиком-аналитиком, академиком РАН, автором многих научных монографий и научных статей.

Невыдуманные риски трансгенных растений

фото автора

Кандидат биологических наук

А.Г.Викторов,

Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н.Северцова РАН

Во все времена одной из главных задач селекционеров был отбор растений по устойчивости к вредителям. Для многих сельскохозяйственных культур эта проблема, казалось бы, навсегда была решена в конце прошлого тысячелетия, когда появились генно-модифицированные Bt-растения.

«Bt» происходит от латинского названия спорообразующей бактерии *Bacillus thuringiensis*. Для создания устойчивых к вредителям растений были использованы гены этой бактерии, кодирующие δ-эндотоксины. Дельта-эндотоксины, или Bt-токсины, — обширный класс белков, убивающих личинок насекомых (главным образом бабочек, жуков и двукрылых). В свое время препараты, содержащие смесь бактериальных клеток, спор и параспоральных (то есть локализованных рядом со спорой) кристаллов δ-эндотоксинов стали пионерами биологической борьбы с вредителями. Первый промышленный инсектицид «Sporein» с Bt-токсином был создан во Франции в 1938 году. С тех пор этот класс инсектицидов считается одним из самых экологически безопасных средств защиты растений, так как он токсичен для теплокровных животных лишь в концентрациях, в несколько тысяч раз превышающих дозы, которые используют при обработке агроценозов.

Сейчас в промышленном масштабе выращивают около тридцати сельскохозяйственных Bt-культур: кукурузу, хлопчатник, картофель, особый сорт рапса «канола» (canola — от can[ada] o[il] l[ow] a[cid], канадское слабокислое масло), рис, брокколи, арахис, баклажан, табак итд. По оценкам Агентства по защите окружающей среды США (US EPA), только использование Bt-зерновых культур в США ежегодно позволяет снизить применение инсектицидов на площади примерно 3 млн. га (данные 2004 года). Экономический выигрыш составляет около 2,7 млрд. долларов. Таким образом, возделывание Bt-культур оказывается по крайней мере на 10% рентабельнее, чем обычных, не трансгенных, и они распространяются все шире. В 2004 году общая площадь их плантаций в мире занимала около 16 млн. га (из них около 11,2 млн. га приходилось на долю кукурузы). В 2007 году эта площадь увеличилась почти в два раза: так, только в Индии и Китае плантации Bt-хлопчатника занимали в совокупности 10 млн. га.

Однако есть и обратная сторона медали. Все больше данных говорит о том, что использование Bt-растений не всегда эффективно против вредителей, а их выращивание может оказывать долгосрочное негативное воздействие на окружающую среду, экономический ущерб от которого пока даже трудно оценить. Во-первых, Bt-кукуруза производит в 1500–2000 раз больше эндотоксина, чем его распыляют при однократной обработке полей химикатами типа DIPEL, содержащими Bt-токсин. Во-вторых, разложение трансгенных растений происходит зна-

чительно медленнее, нежели генетически немодифицированных линий. И наконец, культивирование Bt-кукурузы приводит к накоплению Bt-токсинов в почве, а биологическая активность почв под трансгенными растениями заметно ниже, чем на контрольных участках.

Рассмотрим подробнее, какие данные позволяют это утверждать.

Хлопковой совке Bt-токсин не страшен?

Широкое применение трансгенных растений преподнесло их разработчикам и пользователям неприятный сюрприз. Выяснилось, что некоторые Bt-культуры в одиночку не справляются с вредными насекомыми, против которых они были выведены. Так, например, Bt-хлопчатник хорошо защищен от табачной огневки и хлопковой моли. Однако чтобы ограничивать численность хлопковых совков, во многих случаях понадобились дополнительные инсектициды, в том числе и фосфорорганические.

Кроме того, гусеницы хлопковых совков значительно чаще встречались на семенных коробочках, нежели на прицветниках и листьях. И действительно, исследование в течение вегетационного сезона показало, что, во-первых, эндотоксина в верхушечных листьях всегда было в несколько раз больше, чем в тканях плода, а во-вторых, оба эти показателя по мере развития растения в несколько раз снижались. Его количества сильно варьировали в одних и тех же тканях растений одного возраста, произрастающих в разных частях поля. Следовательно, синтез эндотоксинов и их стабильность зависят также от окружающей среды. К чему это приводит на практике, свидетельствует пример Индии. Местные фермеры предпочитают Bt-хлопчатник с большей



Дождевым червям не по вкусу остатки трансгенных растений?



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



А черви по вкусу обыкновенной неясити

продолжительностью жизни и более поздним созреванием, так как у него крупнее коробочки и лучше качество волокна. Однако именно у таких сортов в более раннем возрасте снижается уровень синтеза Vt-токсина, и фермерам приходится применять инсектициды.

Падение уровня Vt-токсина не всегда означает потерю инсектицидных свойств. Очевидно, что у каждого вредителя есть свой пороговый уровень концентрации Vt-токсина в тканях растения. Пока они определены лишь в единичных случаях: так, для хлопковой совки он составляет 1,8 мкг/г сырого веса растения. При меньших концентрациях Vt-эндотоксина выживаемость гусениц на трансгенном хлопчатнике существенно повышалась. Но чувствительность к Vt-токсинам неодинакова у различных насекомых. Так, хлопковые совки, основные вредители хлопчатника в Аргентине, Индии и Китае, в несколько раз устойчивее к ним, чем табачная огневка — основной вредитель этой культуры в США. В то время как гусеницы совок питаются репродуктивными тканями растения, огневки предпочитают листья (эндотоксина в листьях, как уже было сказано, больше). Вот почему в США Vt-хлопчатник имеет 99—100% инсектицидную эффективность, а в странах третьего мира она куда ниже.

Из всего сказанного понятно, что оценить экологические риски, а также эффективность использования Vt-сельхозкультуры в конкретных условиях может быть непросто.

Vt-токсины в почве

После сбора урожая на одном гектаре кукурузного поля остается без малого 10 т растительных остатков (2—2,5 т силоса и около 6 т зерна). В случае трансгенной культуры это означает, что на поле остается и около 10% Vt-токсинов, содержавшихся в растениях. Скорость распада эндотоксина зависит от того, лежат ли они в почве или на ее поверхности. По данным швейцарских исследователей, концентрация Vt-токсина в растительных остатках резко сокращается (до 20—38% от первоначального количества) через два месяца после уборки урожая и остается примерно на том же уровне в течение зимы. Лишь с наступлением весны токсин продолжает разрушаться, однако и через 200 дней остается 0,3% от исходного количества. Максимальный же срок, в течение которого он сохраняется в почве, составляет 350 дней. Vt-токсины остаются биологически активными так долго — фактически до года — из-за того,

что связываются с поверхностно активными частицами глины, гумуса и т.д.; это-то и защищает их от разложения микроорганизмами.

Эти результаты, полученные сравнительно недавно, принципиально отличаются от более ранних, проведенных в лабораторных условиях, которые показали, что 50% Vt-токсинов разлагаются через

полтора дня после попадания в почву и 90% — в течение 15 дней. Если растительные остатки не контактировали с почвой, то 50%-ный распад Vt-токсинов происходил в течение 25,6 дней, а 90%-ный — 40,7 дней. Однако в лабораторных условиях эксперименты проводились при постоянной комнатной температуре. В природе же наблюдаются суточные колебания температур, не говоря о том, что трансгенная кукуруза произрастает в средней полосе, для которой характерен холодный зимний период. Кроме того, в лабораторных экспериментах листья кукурузы перемалывали, просеивали и лиофилизировали, и это обеспечивало микроорганизмам куда большую площадь для колонизации. Понятно, что ничего подобного в природе не происходит, поэтому экстраполировать результаты лабораторных опытов к Vt-токсинам на естественные условия следует осторожно.

В почву Vt-токсины попадают не только при разложении растительных остатков, но и с выделениями корней живых трансгенных растений. Конечно, поступление токсинов из корней не столь велико, но этот фактор также нельзя сбрасывать со счетов. Интересно отметить, что если корневые отростки канолы, табака и хлопчатника вообще не выделяют Vt-токсинов, то корни всех 12 исследованных трансгенных сортов кукурузы продуцируют их практически в одинаковых объемах на протяжении всей жизни растения. Кроме того, ларвицидная активность (то есть способность убивать личинки насекомых) у выделений корней кукурузы достоверно выше, чем у риса и картофеля. Хотя некоторая доля Vt-токсинов может попасть в почву при шелушении или механическом повреждении корней, основная часть все же приходится на выделения корней. Это показали исследования Vt-кукурузы, Vt-риса и Vt-картофеля, выращиваемых в гидропонной культуре. Никаких нарушений корневой поверхности у них, по определению, быть не могло, а Vt-токсины в питательном растворе все равно присутствовали.

Главную роль в разложении растительных остатков играют почвенные беспозвоночные: благодаря им происходит первичное разрушение растительных остатков, и лишь потом за дело берутся микроорганизмы.

Как оказалось, Vt-растения непривлекательны даже для тех сапрофагов, которые нечувствительны к их токсинам. Когда погребной, или шероховатой, мокрице (*Porcellio scaber*) предложили растительные остатки восьми сортов кукурузы (две трансгенных и шесть изогенных им контрольных линий), выяснилось, что это животное явно предпочитает нетрансгенные растения. Растительные остат-

ки Bt-кукурузы заселяли в 1,2 раза меньше гамазовых клещей, в 1,3 раза меньше олигохет-энхитреид и в 1,5 раза меньше коллембол. К сожалению, ни в одной из работ не исследовали связь между пищевой привлекательностью растительных остатков и содержанием в них лигнина.

Лигнин — высокомолекулярное соединение ароматической природы, основной структурный компонент растений, заполняющий пространство между клетками и соединяющий их первичные оболочки. Лигнин обеспечивает прочность и жесткость растительных конструкций, а также их водонепроницаемость — иными словами, именно он определяет свойства древесины, но содержится и в травянистых растениях. Для нас сейчас важно, что повышенное содержание лигнина затрудняет «работу» фитофагов и замедляет разложение растительных остатков в почве. Ведь при разложении самого лигнина выделяются токсичные низкомолекулярные продукты распада — фенолы, метанол, карбоновые кислоты.

Так вот, в стеблях различных линий Bt-кукурузы лигнина примерно в полтора раза больше, чем в изогенных им линиях. (Примечательно, что содержание лигнина в кукурузе, растущей в естественных условиях, было выше, чем в лабораторных растениях.) А исследование различных Bt-линий риса, табака, хлопчатника и картофеля показало, что более высокое содержание лигнина (на 10—66% больше, чем у изогенных линий) свойственно всем трансгенным сортам.

Bt-токсины и дождевые черви

Важную роль в утилизации растительного опада играют дождевые черви. Они обитают практически во всех естественных и антропогенных экосистемах умеренного пояса и преобладают в них по биомассе. Объем переносимой этими животными почвы варьирует от двух до 250 т/га в год (что приблизительно равно слою земли толщиной от 0,1 до 5 см). Вертикальное распределение дождевых червей вдоль почвенного профиля зависит как от их видоспецифичных предпочтений (земляные черви «все одинаковы» только для неспециалиста, на самом деле это множество видов), так и от комплекса абиотических факторов: температуры, влажности почвы, распределения органических веществ итд.

В отличие от обитателей почвенных скважин или микрополостей и почвенной влаги, дождевые черви на протяжении всей своей жизни обитают в толще почвы и чутко реагируют на изменения ее химического состава или появление загрязняющих агентов. А поскольку черви питаются, заглатывая частицы почвы, они подвергаются воздействию токсинов как изнутри, так и снаружи. Вдобавок дождевые черви практически не мигрируют (не более 10 м в год). Вот почему эти животные — хорошие индикаторы физических и химических особенностей почвы. Черви аккумулируют и концентрируют многие химические вещества, следовательно, их можно использовать для оценки уровня загрязнения почв хлорорганическими инсектицидами, тяжелыми металлами, радиоактивными элементами итд. Все эти вещества, в том числе быстроразлагающиеся, вызывают у них острые и хронические токсикозы.

Как ни странно, обстоятельных исследований токсичности Bt-растений для дождевых червей до сих пор не проводилось.

Лабораторные популяции червей *Lumbricus terrestris* (по-русски этот вид называют «большой выползок») поселили в почву, которая содержала прорастающие семена трансгенной кукурузы или ее листья. Сорокадневные наблюдения не выявили значимых изменений в весе и смертности дождевых червей по сравнению с контролем,

хотя и показали присутствие Bt-токсинов в их кишечниках и экскрементах. Когда червей переносили в чистую почву, их кишечники освобождались от токсина за день-два. К сожалению, в этой работе не оценивали влияние Bt-токсинов на размножение червей и на молодых особей, которые по всем законам токсикологии должны быть более чувствительными. Кроме того, *L. terrestris* — крупный дождевой червь, и живет он до семи лет, поэтому сорока дней для опыта явно недостаточно. Проведенный позднее двухсотдневный лабораторный эксперимент показал, что *L. terrestris*, потреблявшие листья трансгенной кукурузы, теряли в весе 18%, в то время как у контрольной группы был отмечен 4%-ный привес.

Однако большой выползок предпочитает заселять не вспаханные участки и потому также не совсем удобен для экотоксикологической оценки влияния Bt-кукурузы. В пахотных почвах средней полосы в основном живет вид *Aporrectodea caliginosa*, имеющий космополитическое распространение (в России его называют пашенным червем). Лабораторные исследования на этих червях, проведенные в Дании, не выявили практически никаких негативных последствий от внесения в почву тонко перемолотых листьев Bt-кукурузы. (Однако возникает вопрос: адекватно ли измельчение листьев электрическим миксером естественному процессу попадания Bt-токсина в почву?) Единственным значимым эффектом оказалась повышенная эмбриональная смертность: на 20% (с 95% до 75%) снизилось число коконов, из которых выходили молодые особи. Обычно это происходит при неблагоприятных значениях температуры и влажности. Но поскольку в данном случае и контрольный вариант, и эксперимент находились в одинаковых условиях, причины следует искать в непосредственном влиянии Bt-токсина на ранние стадии развития пашенных червей.

К сожалению, пока еще никто не исследовал миграцию Bt-токсинов в пищевых цепях. Между тем дождевыми червями питаются многие хищные беспозвоночные, птицы и млекопитающие. К примеру, в Англии *L. terrestris* удовлетворяют до 10—15% энергетических потребностей рыжих лис, а на участках, где червей особенно много, — до 60%. Не брезгует большими выползками и обыкновенная не-ясыть, которая за час может поймать более 20 червей.

Непредвиденные эффекты

Как уже говорилось, десятилетнее использование трансгенных растений в промышленных масштабах выявило у них некоторые непредвиденные свойства. Повышенным содержанием лигнина и корневыми выделениями Bt-токсина дело не ограничилось. Одним из самых неожиданных свойств Bt-растений оказалась их большая по сравнению с нетрансгенными сортами привлекательность для тлей.

Популяции тлей подчас развивались значительно быстрее на генетически модифицированных растениях, например на Bt-хлопчатнике и Bt-кукурузе, чем на обычных. В нескольких исследованиях было установлено, что на полях, засеянных Bt-хлопчатником, и число тлей было больше. Тли, как известно, не относятся к вредителям, против которых были выведены Bt-культуры. Даже заселяя трансгенные растения, они не входят в контакт с токсином, так как он не поступает в ткани, из которых эти насекомые высасывают питательные вещества.

В Испании исследовали видовой состав тлей, живущих на Bt-кукурузе «Сотра СВ» и на изогенной генетически немодифицированной линии. «Сотра СВ» в 2003 году был самым распространенным трансгенным сортом кукурузы в Испании: общая площадь его посевов составляла около

25 тысяч гектаров. Экспрессия токсина — белка CryIAb происходит у этих растений в зеленых тканях и пыльце, причем данная разновидность токсина опасна только для чешуекрылых, но не для вредителей из других отрядов. Видовой состав тлей на обычной и ГМ-кукурузе был одинаков, однако совершенно неожиданным оказалась повышенная привлекательность трансгенной кукурузы для некоторых стадий развития тлей. Ярче всего это было выражено у черемуховой тли. У этого вида плотность алят (крылатых половозрелых особей), бескрылых имаго и молодых нимф была выше именно на трансгенных сортах. После колонизации тлями кукурузы существенных различий в их количестве на трансгенных и обычных растениях не наблюдалось. Это говорит о том, что большее количество взрослых особей, заселявших кукурузу, и определяет дальнейшее различие в плотности популяций на протяжении всего сезона.

Причины более высокой привлекательности трансгенной кукурузы для тлей не совсем понятны, но очевидно, что это связано с неизвестными пока взаимодействиями микробного гена, кодирующего Bt-токсин, с геномом растения, в который он искусственно перенесен, иными словами, с эффектом плейотропии. Последний термин обозначает воздействие одного гена (в данном случае *Bt*) на несколько признаков, подчас никаким образом друг с другом не связанных.

Предварительно можно очертить круг признаков, изменения которых могут иметь значения для тлей, ищущих пищу. Во взаимоотношениях «растение — насекомое» важную роль играют химические вещества, испускаемые растениями. Более того, ключом к запуску поведенческих механизмов, приводящих к яйцекладке, зачастую также служат химические вещества растения-хозяина.

Исследование летучих соединений, выделяемых Bt-хлопчатником GK-97 и обычным Simian № 3, показало, что обычный сорт испускает 16 соединений, а трансгенный — 18. Значение этих различий еще предстоит изучить. У трансгенного хлопчатника обнаружены и другие биохимические изменения: повышена активность фермента пероксидазы, снижено содержание конденсированных танинов, которые обеспечивают устойчивость хлопчатника к клещам и тлям. Таким образом, ценой повышения устойчивости Bt-кукурузы к хлопковой совке оказывается понижение ее устойчивости к сосущим фитофагам.

Помимо запахов, немаловажную роль в пищевом поведении насекомых играют цветовые характеристики кормовых растений. Сорта Bt-кукурузы имеют более насыщенный зеленый цвет, нежели изогенные сорта, и это проявляется уже на стадии всходов. Кроме того, были отмечены некоторые различия в скорости развития трансгенной и обычной кукурузы. Содержание азота в Bt-кукурузе также несколько выше, и это, безусловно, улучшает ее питательные свойства. Очевидно, именно поэтому потомство самок-алат на Bt-кукурузе быстрее достигает половой зрелости и вырастает более крупным.

Без паники, но с осторожностью

Замедленное разложение трансгенных растительных остатков необходимо тщательно исследовать, поскольку это свойство Bt-культур может иметь далеко идущие экологические последствия. Еще более пристального внимания требуют особенности миграции Bt-токсинов по пищевым цепям.

Результаты, полученные с Bt-токсинами, говорят и о другом. Перед тем как растения и животные, генетически модифицированные для производства лекарственных субстанций — антибиотиков, вакцин, гормонов, фермен-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

тов — и прочих биологически активных веществ, попадут из лабораторий в менее контролируемые условия промышленного производства, следует принять особые меры предосторожности. В отличие от Bt-токсинов мишенями этих соединений будут не насекомые, а люди и другие млекопитающие. Поскольку практически все эти вещества относятся к ксенобиотикам, их способность сохраняться в окружающей среде мало исследована, а потому потенциальный ущерб невозможно оценить даже приблизительно.

Анализ десятилетнего использования трансгенных растений в промышленных масштабах со всей убедительностью показывает, что дельта-эндотоксин-кодирующие гены бактерии *B. thuringiensis*, пересаженные в геном сельскохозяйственных культур, одновременно воздействуют на несколько совершенно различных признаков ГМ-растений. В классической генетике подобное явление называется интерференционной, или истинной, плейотропией. В данном случае оно требует специального, очень пристального изучения, поскольку получается парадоксальная ситуация: культуры, выведенные устойчивыми к вредителям из отряда чешуекрылых, оказываются более привлекательными для вредителей из отряда равнокрылых. Сейчас тли стали основными вредителями Bt-хлопчатника в Китае, где засеянные им площади достигли в 2007 году 3,8 млн. га, или 66% всех посевов этой культуры.

До недавнего времени победоносному шествию ГМ-сортов противостояли лишь осторожные предупреждения экологов об их возможном негативном воздействии на окружающую среду и здоровье человека. Сторонники трансгенных растений отвечали на это, что и лабораторные тесты, и опыт выращивания трансгенных сельхозкультур в естественных условиях показали их полную безопасность. Лишь сейчас, спустя десятилетие после начала промышленного выращивания трансгенных растений, становится более или менее ясно, какого рода ущерб может быть нанесен окружающей среде, в частности, при промышленном выращивании Bt-культур. Кроме того, оказалось, что использованные в некоторых лабораторных экспериментах методики и тест-объекты не всегда были адекватны поставленным задачам. И наконец, сейчас накопилось достаточно данных о том, что популяции вредителей сельского хозяйства выработали устойчивость к Bt-токсинам и уже начинают питаться трансгенными растениями.

Что еще можно прочитать о Bt-растениях в экосистеме

Викторов А.Г. Влияние Bt-растений на почвенную биоту и плейотропный эффект δ -эндотоксин-кодирующих генов. «Физиология растений», 2008, т.55, № 6.



Дикий скот Чилингхэмского парка

Тур глазами очевидца.
Наскальная живопись из пещеры Ласко во Франции

Та порода

Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник

*Нынче, братцы, вся природа
Как развалина какая!
Животных уж не та порода
Живет меж нами, но другая.*

Н.Заболоцкий.
Торжество земледелия

Примерно десять–двенадцать тысяч лет назад люди приступили к одомашниванию диких быков. Вдели им в носы кольца, впрягли в ярмо, назвали неуважительно — крупный рогатый скот. А между тем предками этого самого скота были дикие быки, служившие некогда символом немереной силы и неукротимой ярости — туры, *Bos primigenius* по-латыни.

Это были весьма крупные и сильные животные с мускулистым и стройным телом, довольно длинными ногами и большой головой. Их высота в холке достигала двух метров, а масса — 800 кг. Помимо бешеного темперамента, туры имели еще несколько особенностей, которые редко встретишь у современных быков: выставленные вперед рога лировидной формы и половой диморфизм в окраске шкуры. Самцы обычно были черными с белым ремнем вдоль спины, а самки и телята — рыжевато-бурыми. Рога были даже у самок. Длинная шерсть, особенно густая и косматая на лбу, придавала их облику свирепость.

По мнению большинства палеонтологов, туры как вид возникли в Индии около двух миллионов лет назад и постепенно расширяли свой ареал. Существовало три подвида туров. В Индии был распространен *Bos primigenius namadicus* (от него пошел зебувидный скот), в Северной Африке — *B. p. mauretanicus*, а в Европе и Малой Азии — *B. p. primigenius*. Туры достигли Европы примерно 250K000 лет назад и только там дожили до относительно недавних времен.

Европейские дикие быки пережили оледенение. Правда, в ту эпоху северная граница их ареала не достигала современной тундры, а на востоке обрывалась в Якутии, значительно не доходя до Берингии. Однако турам довелось пастись вместе с мамонтами. Мамонты проламывали корку наста, расчищали снег, валили деревья. Шерстистые носороги и лошади тоже взламывали наст, а дикие быки, которые предпочитают разрывать снег мордой, копытами же действуют редко и не очень эффективно, использовали такое соседство с большой пользой для себя. Поскольку шерсть у

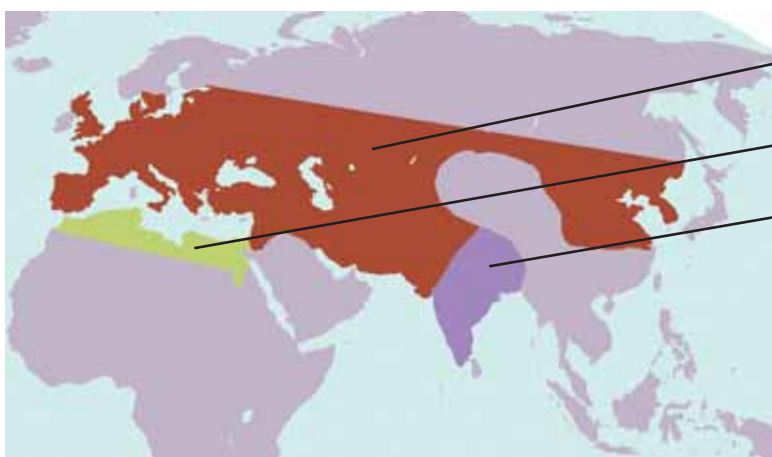
туров была не очень густой, от холода их, вероятно, защищала жировая прослойка.

B. p. primigenius соседствовали с другим видом диких быков — зубрами (*Bison bonasus*), но вместе им не было тесно: зубры предпочитали более сухие места. Туры могли пастись в сырых, а порой и болотистых низинах, лесах и зарослях кустарника. В открытые степи они выходили не очень часто. Питались травой, побегами и листьями деревьев и кустарников. Гон у них приходился на осень, а весной появлялись телята. Жили туры небольшими группами или в одиночку, зимой объединялись в более крупные стада и в поисках корма покрывали огромные расстояния.

Естественных врагов у этих животных не было. Они легко справлялись с любым хищником, даже друг другу порой нападала: палеонтологи находят скелеты туров, поврежденные собратьями по виду. Однако человека дикие быки не одолели. В Африке этого великолепного зверя истребили еще в третьем тысячелетии до нашей эры, в Месопотамии — примерно к 600 году до нашей эры, а в Центральной Европе туры продержались до начала XVII столетия. Они выбрали тактику избегания — единственно возможную в отношении такого суперхищника, как человек: перестали показываться на открытых местах и ушли в леса. Но в IX–XI веках леса стали активно вырубать. В XII веке дикие быки еще встречались в бассейне Днепра, и записки о непростой охоте на них оставил Владимир Мономах. А к XIII веку туры сохранились только в Польше, Литве, Молдавии, Трансильвании и Восточной Пруссии.

Как говорят африканцы из племени ватусси: «За исключением короля, нет никого выше коровы». Очень любезно с их стороны пропустить вперед королей, которые сыграли заметную роль в истории туров. Только члены королевской фамилии и приближенная к ним знать имели право охотиться на крупных животных, и они, безусловно, приложили руку к исчезновению диких быков. С другой стороны, туры в Польше были королевской собственностью. Когда животных почти не осталось, охоту на них прекратили, но от лесничих требовали, чтобы в королевских парках были поляны с пасущимися турами. Животных подкармливали, а за убийство дикого быка полагалась смерть. Однако эти меры не помогли сохранить туров. В 1564 году лесничество насчитали только 38 королевских быков. К этому времени польские короли утратили и былое влияние, и интерес к турам. К 1604 году в живых оставалось лишь несколько животных, а последнее умерло в 1627 году в Якторовском лесу. Это была самка. Иногда пишут, что ее застрелили, но это не так. Последних королевских туров доконали болезни, с которыми не могла справиться крошечная популяция, зимняя бескормица и конкуренция за пищу с домашней скотиной. Очевидно, последние дикие быки были уже не те, что раньше.

По-иному сложилась судьба этих животных в Англии. В XIII веке дикие быки бродили по обширным лесам, простиравшимся



Bos primigenius primigenius

Bos primigenius africanus = B.p. opisthomus = mauretanicus

Bos primigenius namadicus



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

как ни в чем не бывало, и все же каждый бдително следит за соперником. Такие краткие внезапные наскоки повторяются до тех пор, пока один из быков не признает себя побежденным. Он покидает стадо, в изгнании особенно раздражителен, и подходить к нему опасно. Однако через некоторое время неудачник по-тихому возвращается в стадо и подчиняется действующему королю. Обычно такие поединки обходятся без членовредительства. За сто лет наблюдатели зафиксировали всего три смертных случая. Помимо судьбоносных поединков в стаде нередки «тренировочные» бои между быками, а также учебные драки между телятами и коровами.

Очень трогательно обставлено появление нового члена стада. Корова удаляется для отела в заросли неподалеку, и примерно неделю прячет там новорожденного малыша. Он лежит в папоротниках, прикинувшись к земле, как заяц, а его мама за топчет любого, кто приблизится к теленку. Наконец наступает срок — мать и дитя идут к своим. Король выходит им навстречу и провожает к стаду, остальные животные обнюхивают теленка и принимают в сообщество.

Чиллингхэмский дикий скот — не единственное напоминание о турах. Некоторые их черты сохранили испанские быки, специально разводимые для корриды, и скот одной из самых древних пород — серой украинской. Некогда эти неприхотливые животные были распространены в степных и лесостепных областях России. У них сильно развиты плечи, холка и грудь, прочные передние ноги и толстая грубая кожа. Волон, то есть холостых быков этой породы, использовали на пахоте и для других работ по хозяйству, а также в качестве гужевого транспорта. У серого украинского скота быки значительно темнее коров, а рога довольно длинные. Животные даже пытаются организованно бодать агрессора, однако боевые навыки породы уже утратили.

В 20-х годах прошлого века, когда вступила в свои права генетика, немецкие животноводы братья Хайнц и Лутц Хек решили возродить тура. Они справедливо полагали, что гены исчезнувшего вида никуда не делись и рассеяны среди его потомков. В результате долгих скрещиваний ученые получили животное, названное восстановленным туром, *Bos primigenius* Heck. Говорят, очень похоже.

Даже спустя несколько тысячелетий селекционной работы крупный рогатый скот нельзя назвать безопасным в обращении. Быки бросаются на людей, да и вздорная бодливая корова может покалечить. Так почему же людям пришлось в голову одомашнивать могучую и свирепую зверюгу, единорова, с которой считалось подвигом? Небезызвестный Августин, между прочим, потому так и запустил свой скотный двор, что туда из-за свирепости быков не могли войти служители. Ко времени одомашнивания быков люди уже приручили овец, коз и свиней, от которых получали шерсть, мясо, молоко и даже кожу. Зачем еще быки?

Возможно, людей впечатлила сила и выносливость этих животных, и приручали их изначально как рабочую скотину. По силе бык во много раз превосходил человека, и с его помощью можно было пахать землю для посевов. Поэтому с развитием земледелия крупный рогатый скот стали приручать и одомашнивать. Быки тащили плуг, вращали разные механизмы и перевозили тяжести. Первые домашние коровы давали мало мо-

Ареал туров во времена их расцвета

ся от Северного моря до устья Клайда. В то время английский король (и тут не обошлось без короля!) дал позволение воздвигнуть в Нортумбрии Чиллингхэмский замок и обнести стеной замковый парк. Тогда за ограду удалось загнать стадо диких быков, которые должны были служить запасом пищи и охранять замок от возможных захватчиков. Свирепое неуправляемое стадо в парке было надежной защитой — все равно что дракона там поселить. Потомки тех животных до сих пор пасутся в Чиллингхэме. Они почему-то белые, но в них, безусловно, течет кровь быков, которые населяли Англию в незапамятные времена.

Несмотря на то что в стаде почти всегда было около 30 животных, инбридинг им нипочем — они здоровы как быки, только измельчали немного за семь веков. Возможно, это результат усилий владельцев замка, а затем специально созданной Ассоциации чиллингхэмского дикого скота, которые сделали все, чтобы животные не привыкали к людям. В парке нет навесов, и от непогоды быки укрываются на опушке леса. Зимой стадо приходится подкармливать, потому что территория в 300 акров слишком мала для них. Но дикому скоту дают только «дикую» пищу — сено, и никогда солому, овес или концентраты. Сено кладут не в кормушки, а на землю, и каждый день в разных местах, чтобы животные не отучились ходить и искать пищу на земле.

Ветеринары стаду тоже не полагаются, даже при отеле, который у обычных коров проходит довольно тяжело. Но чиллингхэмский скот практически не болеет, а от родов коровы умирают редко, в основном старые.

Благодаря такому строгому содержанию животные Чиллингхэма сохранили суровую простоту нравов, и, наблюдая за



Юный тур братьев Хек

ними, мы можем кое-что узнать о повадках туров. В стаде есть главный самец — его называют королем. Пока он царствует, ему принадлежит исключительное право отцовства, и все родившиеся во время его главенства телята — его дети. Естественно, иногда возникает конкурент, с которым король отправляется выяснять отношения. Они стоят в нескольких шагах друг от друга, режут и копытают землю. Затем один из них внезапно атакует, но через полминуты оба зверя уже мирно пасутся,

лока, в основном с них получали кожу и мясо, а молочное направление развилось потом.

Одомашнивание туров происходило независимо в разных местах, и местные породы скота берут начало от разных подвидов тура. В числе центров одомашнивания были Передняя Азия, Северная Африка, Северный и Западный Китай, а позже — Южная Европа и Южная Сибирь. Как показал анализ ДНК, современный европейский скот — прямой потомок дальневосточного, то есть европейские туры почти не принимали участия в создании местных пород. Кстати, чиллингхемские дикие коровы не родственны породам британского скота. Очевидно, они действительно потомки европейского тура.

Есть еще одна гипотеза, согласно которой туры стали разводить в качестве священных животных. Могущих и неукротимых быков обожествляли древние персы, индусы, жители Крита, племена африканских негров и древние греки. У азиатских народов он был символом лунного божества, бога Митры. Туры вдохновили ассирийцев на создание статуй крылатых быков, критян — на росписи с изображением тавромахии. Зевс явился Европе в образе быка, и вообще греческие и римские боги нередко имели стада быков и охотно принимали их в жертву. Древние славяне почитали тура как символ бога грозы и приносили быков в жертву Перуну-громовержцу. «Коровий культ» был ярко выражен в Египте. Здесь бык Апис был первым среди священных животных. Когда новый фараон всходил на престол, Аписа запрягали в плуг и владыка Египта в торжественной обстановке проводил священную борозду на поле. На левом берегу Нила близ Каира существовал храм с усыпальницей божественных быков Аписов. Погребальные покои располагались по обеим сторонам коридора, уходящего в глубину подземелья на 350 метров. Мумии животных помещали в огромные саркофаги из красного и черного мрамора. В этом храме были захоронены все священные быки, умершие в течение полутора тысяч лет — со времен фараона Аменхотепа III и до эпохи Птолемеев.

Но по какой бы причине ни взялся человек приручить тура, одомашнивание вызвало такие заметные изменения в поведении, физиологии и внешнем облике этих существ, что современных быков и коров ученые относят уже к другому виду — *Bos taurus*. *Bos primigenius*



Священный бык Апис на рисунке выглядит благостно

Жизнь без свинопаса

Любой опыт приносит результат, хотя и не всегда тот, на который рассчитывали экспериментаторы. Примером может служить исследование производительной способности хряков разных пород, предпринятое недавно специалистами Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И.Вавилова. Исследование актуально, поскольку «импотенция у хряков-производителей — один из главных факторов снижения плодovitости поголовья», и ученые, видимо, надеются, что, узнав способности производителей, смогут использовать их наилучшим образом.

Импотенция сельскохозяйственных животных порождена промышленным животноводством. В естественных условиях хряка, решившего увеличить поголовье, остановить трудно. Это животное весьма энергичное и, когда видит стоящую самку (а ее неподвижность — знак согласия), сразу на нее вспрыгивает. Но в промышленных условиях принято искусственное оплодотворение, и производителю вместо самки выставляют чучело с искусственной вагиной. Естественная производительная способность хряков столь велика, что они реагируют и на чучело, но не все и не всегда. Специалисты справедливо заключили, что у животных пошаливают нервы, и приступили к изучению «особенности проявления потенции у хряков-производителей разных пород в зависимости от типа нервной системы».

Пород было четыре (крупная белая, крупная черная, дюрок и ландрас), а животных всего 48. Их по одному запускали в манеж к чучелу и наблюдали за особенностями поведения и проявлением половых рефлексов. Искусственно приобретенную импотенцию ученые зарегистрировали у 43,3% животных. (В пересчете на головы это будет 20,784 хряка из сорока восьми). Они или вяло вспрыгивали на чучело, или вообще отказывались это делать, а качество их спермы соответствовало активности полового поведения. Причины «неправильного» поведения хряков различны. Одних утомило однообразие обстановки, чучела или необходимых действий. Другие самцы отличаются бурными половыми рефлексами при полном отсутствии торможения и, если придержать их у входа в манеж, не пуская к объекту вожделения, быстро «сгорают», не выдержав накала страстей. Чаще остальных этим отличались представители породы крупная черная. Третьих же, особенно хряков породы крупная белая, вообще трудно приучить довольствоваться чучелом вместо живой свиньи, и им очень мешают шумы, окрики (!) и резкие запахи (непонятно какие).

Вообще, взаимоотношения людей и животных во время процесса воспроизводства заслуживают особого внимания. По данным саратовских специалистов, у половины хряков все половые рефлексы полностью пропадали в присутствии ветеринара, но о том, всегда ли это был один и тот же ветеринар, исследователи умалчивают. Треть животных негативно реагировала на запахи, примерно пятая часть — на звуковые и световые раздражители. Я живо представляю себе, как вокруг манежа толпится народ, предводительствуемый ветеринаром. Зрители курят, фотографируют со вспышкой, громко комментируют происходящее, орут на производителей... О каком воспроизводстве в такой обстановке может идти речь? Неудобно за людей, честное слово.

Исследователи обнаружили особенности полового поведения, присущие разным породам, но, на мой взгляд, основной вывод из этого эксперимента заключается в том, что для увеличения воспроизводительной способности хряков в обследованном племенном хозяйстве надо в первую очередь удалить от мест проявления половых рефлексов ветеринарного врача. Рецепт простой и, возможно, универсальный, что для промышленного животноводства имеет особую ценность. Но этого вывода экспериментаторы не сделали. Они вообще ограничились констатацией фактов, оставив работников племенного хозяйства без практических рекомендаций.



Художник Е. Станикова

Риску предположить, что особой нужды в этих рекомендациях и нет, поскольку все нарушения половых рефлексов у животных и причины этих нарушений давно описаны, и даже существуют обширные наставления по искусственному оплодотворению. В них сказано, что в помещении не должно быть посторонних и незнакомых лиц, животным, реагирующим на внешние шумы, надо обеспечить однообразную обстановку, а жизнь производителей, которые не выносят однообразия, расцвечивать необыкновенными приключениями, вроде душа или перевода в другой манеж. Но у каждого хряка свои пожелания, к ним нужен индивидуальный подход, и поставить искусственное оплодотворение на конвейер никак невозможно.

Увы, эта очевидная мысль не находит поддержки среди деятелей сельскохозяйственной науки. Вместо того чтобы сделать жизнь обитателей племенного хозяйства достойной животных с высококоразвитой нервной системой, они упор-

но продолжают искать какое-нибудь средство, способное коренным образом улучшить все возможные показатели, находят не то, что искали, но отказываются это замечать. В качестве примера расскажу еще об одном эксперименте, проведенном несколько лет назад в НИИ ветеринарной генетики и селекции Новосибирского государственного аграрного университета. Цель его все та же — повысить способность хряков к оплодотворению. Исследователи полагают, что добились поставленной цели, применив метод акупунктуры. (На биологически активные точки хряков воздействовали ультразвуком.) Животным провели четыре сеанса рефлексотерапии. В ответ хряки почти на четверть увеличили образование половых клеток и повысили их качество. Потомство их стало более многочисленным. Результат налицо, и исследователи сделали вывод о благотворном влиянии акупунктуры, начисто забыв, сколько они возились с каждым животным. Ведь хряка нужно было пой-

Источники информации:

Насибов М.Н., Авдеенко В.С.

Проявление полового рефлекса в связи с типом нервной системы у хряков-производителей. Сельскохозяйственная биология, 2008, № 4.

Связь воздействия ультразвука на биологически активные точки хряков с воспроизводительной функцией. Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 1999, № 5.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

мать, выбрать на нужных местах щетину, отметить фломастером активные точки (они расположены на спине), протереть их спиртом, а затем с легким нажимом поводить ультразвуковым излучателем. Скучающее в заточении животное должно было получить от этих процедур массу положительных впечатлений, которых были лишены хряки группы сравнения. К ним в загон никто даже не заглядывал. Вот если бы с ними проделали сходные манипуляции и поскребли спину выключенным прибором, тогда можно было бы рассуждать о роли акупунктуры. А так... Может быть, хрякам надо просто регулярно чесать спинку, и простое человеческое внимание с успехом заменит рефлексотерапию.

Из любого эксперимента следуют выводы. Но иногда они столь неожиданны для исследователя, что их просто не замечают. И не делают. Такое нередко случается, если люди, работая с животными, забывают, что имеют дело с высокоразвитыми существами, и ожидают от них механической реакции.

Раньше свиньи ходили стадами, сопровождаемые свинопасом, который присматривал, чтобы животные паслись и не разбрелись, а все остальные проблемы они решали сами. К сожалению, времена свинопасов прошли безвозвратно, а свиней загнали на фермы. Однако, оторвав животных от естественной среды обитания, люди тем самым взяли на себя часть их проблем, в том числе задачу продолжения рода. Увы, поддерживать на должном уровне производительную активность хряков они явно не в состоянии, не говоря уже о том, чтобы ее увеличить.

Импотенция на нервной почве — проблема вполне человеческая, и решать ее надо по-людски. К сожалению, современные племенные хозяйства больше похожи на места заключения, чем на неврологический санаторий. Чтобы увеличить производительную способность хряков, нужно коренным образом изменить к ним отношение. Может быть, пригласить психотерапевта. Или хорошего свинопаса.

Помпоний Квадрат



Взлет и падение «Журнала научных публикаций аспирантов и докторантов»

Доктор биологических наук,
кандидат физико-математических наук
М.С.Гельфанд
Институт проблем передачи информации РАН

Осенью 2008 года научные, околonaучные и вовсе не научные круги обошла история о том, как журнал, выдающий себя за научный и входящий в так называемый список ВАК (список изданий, публикации в которых учитываются при защите диссертаций), опубликовал статью, написанную компьютером. Об этом сообщали новостные ленты Интернета, газеты и журналы, телевидение и радио. «Итоги» и «Независимая газета» включили «Корчеватель» (ставшее нарицательным слово из названия статьи) в перечень главных (анти)научных событий года. А дело было так.

Начало

Все началось 5 июля 2006 года, когда 32-летний адвокат из Курска Владимир Владимирович Иванов зарегистрировал «Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов». В качестве адреса редакции он указал тогдашний адрес своего адвокатского кабинета (потом оба изменились, но по-прежнему совпадали). Хотя нет, еще раньше было зарегистрировано ООО «Редакция Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов». А первая статья поступила в редакцию 16 мая 2006 года. И еще раньше надо было все это придумать...

Как бы то ни было, после получения свидетельства В.В.Иванов начал заниматься рекламой. Он регистрировался под различными никами на форумах разных вузов и публиковал сообщения о журнале (вообще говоря, не-



Журнал включен в список ВАК

возможно со всей определенностью утверждать, что «Владимир7773», «vlad7773», «Владимир из Курска» — это В.В.Иванов, однако интересно, что на сайте «Адвокатура в России» его страничка имеет адрес <http://www.advokatrur.ru/advocate/vlad7773/>.

Некоторые из этих сообщений носили чисто информационный характер, но большинство содержали ссылки на собственный аспирантский опыт (рис. 2). Надо ли говорить, что ни статей В.В.Иванова в издаваемом им журнале, ни сведений о его учебе в аспирантуре обнаружить не удалось.

В ноябре 2006 года на форуме ИжГТУ его спросили, входит ли рекомендуемый журнал в список ВАК. «Нет», — честно ответил «vlad7773» и начал принимать меры. Через восемь месяцев, в июле 2007 года, журнал вошел-таки в «дополнительный» список (рис. 3).

Веселый день на форуме scientific.ru

В 5 утра 19 октября 2007 года (время существенно!) посетитель под ником «Александр» спросил у участников форума, слышали ли они что-нибудь про «Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов», и привел пару примеров сомнительных, с его точки зрения, статей. Участники не слышали и потому принялись просматривать списки публикаций по своим дисциплинам. В результате была обнаружена масса совершенно бессмысленных статей. «Эфенди» составила статистику публикаций по направлениям (см. таблицу).

В 12.39 на сайте появилось сообщение от «Владислава», указавшего уже знакомый читателю адрес vlad7773@mail.ru: «С удивлением прочитал вышеприведенные отзывы, т.к. сам публиковался в данном журнале и у меня остались о нем хорошие впечатления. По крайней мере, когда мне не хватало статьи для выхода на защиту в оперативной публикации мне помогил именно там. Каких-либо претензий к моей публикации в данном журнале у диссертационного совета тоже не возникло. То что за размещение статей берут небольшие деньги (кстати, по своему опыту могу сказать, что публикация в ВАКовс-



РАССЛЕДОВАНИЕ

ких экономических изданиях стоит 20—30 тыс. руб.!) вполне понятно, т.к. нужно же людям покрывать накладные расходы. И вообще вся эта дискуссия сильно напоминает попытку очернительства и недобросовестную конкуренцию менее успешных околonaучных изданий не вошедших в ВАКовский список» (орфография оригинала). В ответ на вопрос, рецензировалась ли эта статья и кем, в 13.27 последовал ответ: «Представьте себе рецензировалась и даже направлялась мне на доработку с учетом полученной рецензии д.э.н.», после чего «Алексей» заметил: «Мне не удалось найти Вашу статью, если, конечно, Владислав это Ваше настоящее имя».

В 14.16 участники форума обратили внимание, что статьи, которые они упоминали, стали исчезать с сайта. Так, бесследно пропала статья автора из Нижневартовска про распределение цезия в почвах Москвы и статья А.А.Букова «Закон всемирного выдавливания» (а ведь это была самая первая статья, опубликованная в физическом разделе журнала, — впрочем, в этом случае наука ничего не потеряла, поскольку этот Закон обильно представлен в Интернете; заинтересованные читатели благоволят найти его самостоятельно). Еще одна статья, «Периодическая система чисел», осталась на сайте, но исчезла из списка публикаций по математике. Из обсуждавшихся на форуме статей остались в неприкосновенности «Концептуальный анализ пассажирского вагона» по разделу филологических наук, «Адаптация российского балета к новым социально-экономическим условиям» по экономике и ряд других.

А в 15.08, уже в другой ветке форума, после «обсуждения» между «Физиком-ядерщиком» и «Наукоградом», администратор scientific.ru написал в ответ последнему: «Я не сильно ошибусь, если назову Вас Владимиром Владимировичем (Ивановым)? Как минимум, можно констатировать, что сообщения под никами «Владислав», «Физик-ядерщик», «Наукоград», «Кирилл» и «Максим» (удалено как спам) написаны одним человеком — из Курска. Я понимаю — бизнес, но и Вы поймите — такие коммерческие проекты, как Ваш, напрямую ведут к разрушению научной среды, так что не рассчитывайте на то, что научные работники будут их приветствовать. Лучше, наверное, заняться каким-нибудь другим бизнесом». Но не таков наш герой, чтобы не оставить за собой последнее слово. Ник «ПУТИН» ответил на это: «Вы почти правы, я действительно Владимир Владимирович, только Путин. Разряжаюсь на этом сайте после вчерашней прямой линии».

Выученный урок

Следует отдать должное В.В.Иванову — он учится на своих ошибках. Вот и этот разговор многому его научил. На следующий же день он поместил заметку о своем журнале на сайте «В помощь аспирантам», где пригласил желающих к участию в редакционном совете. Впрочем, и в этой заметке содержится маленькая неправда: «Следует так же отметить неукоснительное соблюдение обяза-

Динамика публикаций в «Журнале научных публикаций аспирантов и докторантов»

Номер специальности	Специальность	Дата первой публикации в разделе	Дата последней публикации в разделе	Количество публикаций (на 19.10.2007)	Количество публикаций (на 13.09.2008)	Количество публикаций (на 17.03.2009)
01.01.00	Математика	04.07.2006	15.07.2008	4	15	15
01.02.00	Механика	06.02.2008	06.10.2008	нет	3	4
01.04.00	Физика	03.09.2007	26.01.2009	1	8	9
02.00.00	Химические науки	16.05.2006	11.02.2009	3	5	6
03.00.00	Биологические науки	19.01.2007	14.01.2009	4	7	4
05.02.00	Машиностроение и машиноведение	09.01.2008	20.01.2009	нет	3	5
05.07.00	Авиационная и ракетно-космическая техника	30.12.2007	08.05.2008	нет	2	2
05.08.00	Кораблестроение	23.09.2007	19.01.2009	нет	4	7
05.09.00	Электротехника	11.09.2007	19.01.2009	2	13	15
05.11.00	Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы	13.11.2007	29.12.2009	нет	8	18
05.12.00	Радиотехника и связь	07.08.2007	24.11.2008	3	21	28
05.13.00	Информатика, вычислительная техника и управление	20.10.2006	02.02.2009	21	86	125
05.14.00	Энергетика	14.10.2007	10.11.2008	нет	6	12
05.25.00	Документальная информация	23.10.2008	23.10.2008	нет	нет	1
05.26.00	Безопасность жизнедеятельности человека	10.11.2008	21.11.2008	нет	нет	2
05.27.00	Электроника	09.12.2008	09.12.2008	нет	нет	1
07.00.00	Исторические науки	08.06.2007	19.01.2009	5	17	23
08.00.00	Экономические науки	10.08.2006	13.02.2009	79	132	196
09.00.00	Философские науки	22.12.2006	17.02.2009	4	15	26
10.00.00	Филологические науки	15.06.2006	09.02.2009	12	51	74
12.00.00	Юридические науки	30.07.2006	11.02.2009	50	114	135
13.00.00	Педагогические науки	21.06.2006	19.02.2009	36	88	123
14.00.00	Медицинские науки	08.09.2006	11.02.2008	4	18	23
17.00.00	Искусствоведение	14.10.2007	29.10.2008	нет	8	9
18.00.00	Архитектура	25.06.2008	10.12.2008	нет	1	2
19.00.00	Психологические науки	09.03.2007	11.01.2009	18	26	35
20.00.00	Военные науки	30.10.2007	14.04.2008	нет	8	8
22.00.00	Социологические науки	26.05.2008	15.09.2008	нет	3	3
23.00.00	Политические науки	04.12.2006	18.02.2009	24	123	147
25.00.00	Науки о Земле	07.12.2006	04.02.2009	3	14	15
	Всего			273	799	1073

тельств Редакции Журнала перед своими авторами — за весь период деятельности Журнала не было ни одного случая возникновения какого-либо сбоя, что в первую очередь обеспечивается скоординированной работой сплоченной команды единомышленников, сотрудников Редакции» (орфография автора) — напомним, что это было сказано на следующий день после удаления с сайта нескольких уже опубликованных статей. Вскоре на сайте журнала появилось указание на то, что публикуемые статьи рецензируются, и список членов новообранного редакционного совета (сейчас этот список недоступен).

Бизнес тем временем процветал. В октябре 2007 года — за первый год существования журнала — в нем было опубликовано 273 статьи. В сентябре 2008 года их было уже 799, да и сами публикации подорожали: теперь страница стоит уже не 200, а 250 рублей, это если без формул. Еще 100 рублей за страницу берется за рецензирование (хотели — получите!). Выходит никак не меньше одной-двух тысяч за статью. За год — минимум полмиллиона, а скорее за миллион. Не так много на всю «сплоченную команду единомышленников», но все же кое-что, хлопот-то практически никаких.

Ерунда

Однако обсуждение на форуме scientific.ru послужило уроком не только для главного редактора. Когда группа ста-

рожилов форума вошла в редколлегию научной газеты «Троицкий вариант», они решили узнать, как происходит процесс публикации в «Журнале научных публикаций аспирантов и докторантов», и написать об этом. В качестве «подопытного кролика» была использована статья, написанная компьютером — благо прецедент уже имелся.

Программа SciGen, генерирующая псевдонаучные тексты, была написана несколько лет назад группой студентов Массачусетского технологического института с целью проверить качество рецензирования на (псевдо)научных конференциях. Программа использует стандартный компьютерный алгоритм — контекстно-свободную грамматику, — обученный на множестве статей, опубликованных в области информатики (computer science). В результате появляются вполне связные наукоподобные тексты.

Но SciGen пишет статьи на английском языке. Для перевода на русский была использована другая программа, ЭТАП-3, разработанная в Лаборатории компьютерной лингвистики Института проблем передачи информации РАН. Надо признать, что пе-

ревод был немного отредактирован, поэтому для справедливости при редактировании в текст статьи было введено несколько «красных флажков»: автором был объявлен аспирант несуществующего Института информационных проблем РАН, в список литературы была добавлена фамилия Softporn, а в разделе благодарностей говорилось спасибо «профессору М.С.Гельфанду, привлечшему внимание автора к проблеме публикации случайных текстов, и Дж.Стриблингу за использование текста, порожденного SciGen».

И вот статья «Корчеватель: Алгоритм типичной унификации точек доступа и избыточности» была направлена автором в «Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов». Интернет-сайт журнала не лгал — на статью, как у взрослых, была получена рецензия: в целом очень положительная, но содержащая замечания редакторского характера. Поэтому потребовалась небольшая, уже не компьютерная, переработка, после которой статья была принята и вскоре опубликована. Вся процедура заняла чуть больше месяца:

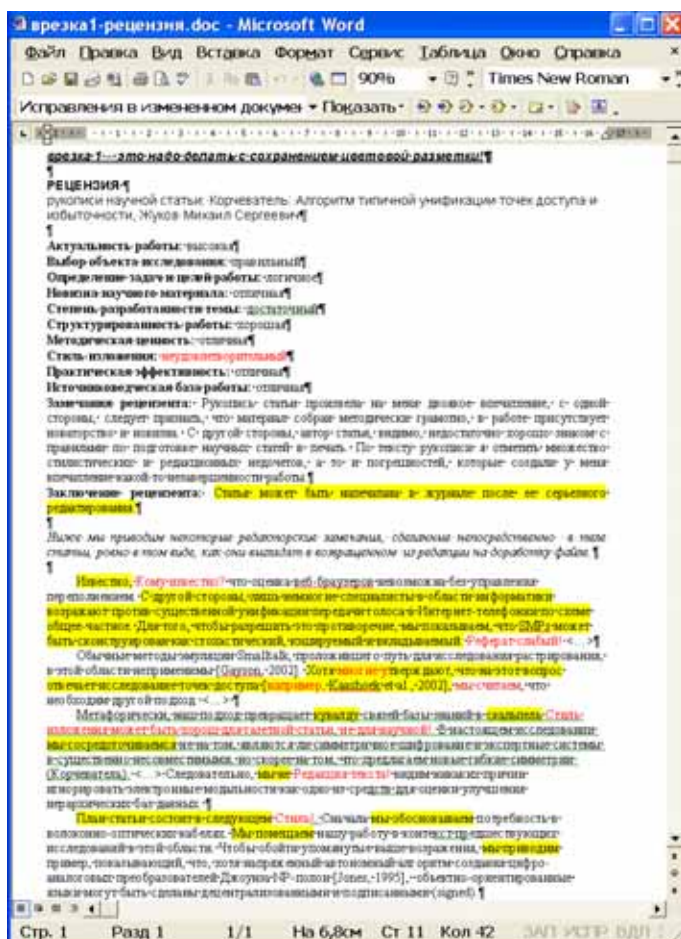
6 августа — статья подана в журнал;

7 августа — получено уведомление о получении и просьба оплатить публикацию;

8 августа — отправлено уведомление об оплате;

11 августа — получено уведомление об отправке статьи на рецензию;

13 августа — получена рецензия;



Избранные места из переписки...

- 15 августа — отправлен переработанный вариант статьи;
- 15 августа — статья принята к публикации в августовском номере;
- 2 сентября — получено уведомление о высылке по почте авторского экземпляра;
- 10 сентября — статья опубликована на сайте журнала. Ура!

Суд

А 30 сентября историю Корчевателя — практически ту самую, которую вы прочитали только что — опубликовал «Троицкий вариант». В тот же день — Полит.ру и Грани.ру. А когда на следующий день сообщение о Корчевателе прошло в новостной ленте РИА «Новости», его перепечатали десятки интернет-изданий и несколько популярных газет. Не осталось в стороне и телевидение — короткий сюжет о Корчевателе прошел по Первому каналу, а НТВ показало и сам журнал, и автора розыгрыша, и его жертву — главного редактора. Радио «Свобода» записало цикл из трех передач: саму историю Корчевателя, интервью с В.В.Ивановым и председателем ВАК М.П.Кирпичниковым. Реакция ВАК была скорой: уже 17 октября было принято решение об исключении «Журнала научных публикаций аспирантов и докторантов» из списка рекомендованных изданий. Что более существенно, ВАК приняла новые правила для включения журналов в список. Не все из них разумны, скажем, требование публиковать должности авторов — это какой-то бюрократический выверт, но все-таки большинство — это шаги в правильном направлении. Отныне обязательны рецензирование статей и сообщение рецензий авторам, у журнала должен быть интернет-сайт,



РАССЛЕДОВАНИЕ

где размещают заголовки и аннотации статей, а также опубликован состав редколлегии — словом, должны быть в наличии признаки нормального современного научного издания. Кстати, брать плату за публикации с аспирантов запрещается.

Случились и другие неприятности, например куда-то растворился редакционный совет журнала. Впрочем, бизнес не пострадал — уже после истории с Корчевателем в журнале было опубликовано 275 статей. Хотя этого можно было ожидать: и до того большинство статей в журнале публиковалось в «неВАКовских» специальностях.

В многочисленных интервью главный редактор винил в произошедшем неназванный «московский институт», с которым у журнала якобы было заключено соглашение о рецензировании всех статей. Учитывая необыкновенную тематическую широту журнала, публикующего статьи буквально во всех областях, от математики и биологии до военных наук и искусствоведения, это должен быть настоящий Институт Всех Наук. А еще он утверждал, что с ним свела счеты «журнальная мафия», которой «Журнал аспирантов и докторантов» мешал завышать цены на публикации статей.

В подтверждение последнего тезиса В.В.Иванов подал в арбитражный суд на Минобрнауки, утверждая, что исключение его журнала из списка ВАК нарушает антимонопольное законодательство. Однако 27 февраля 2009 года иск был отклонен.

Стоило ли городить огород

Конечно, история Корчевателя подняла много пены. Некоторые недалекие журналисты использовали ее, чтобы позубоскалить над учеными, которые-де сами не понимают, что говорят. Но авторы большинства публикаций все-таки ухватили главное: Корчеватель — это попытка науки защититься от того, что наукой только притворяется.

Можно спорить, насколько приемлемы такие экстравагантные методы. Однако что могло бы стать альтернативой? Подробное письмо в ВАК с разбором особо выдающихся статей «Журнала аспирантов и докторантов»? Но любой рецензент научного журнала знает, что труднее всего отклонить совершенно дурацкую статью: содержательные претензии можно предъявлять только к содержательным текстам. Статистическое исследование всех статей, которое показало бы, что их уровень не поднимается выше студенческого реферата или школьного сочинения по краеведению? Но сколько бы времени это заняло и, учитывая безмерную широту журнала, у скольких людей? И потом, дело же не в одном бросовом журнале — в списке ВАК еще много остается таких. Дело в системе, которая позволяет подобным изданиям процветать. И эта система была поколеблена.

А слово «корчеватель» стало нарицательным.





След амебы

Е. Клещенко

«Безмозглый, безглазый, бесцветный шар, полностью покрытый грязью» — такими словами описал Михаил Матц из университета Техаса (о других его работах см. «Химию и жизнь», 2008, № 12) существо, найденное им с коллегами на морском дне неподалеку от Багамских островов. Чем так замечателен этот шар, точнее, шарик диаметром около 3 см, что о нем пишут и электронные СМИ, и авторитетные научные журналы?

Во время погружений на глубину 750–780 м неподалеку от острова Литл-Сан-Сальвадор на дне были обнаружены шарообразные объекты,

*Аппарат для подводных исследований
«Johnson-Sea-Link» (JSL)*

каждый величиной с крупную виноградину. Дно было покрыто следами, которые, судя по всему, оставляли именно загадочные шарики. Причем они перемещались не только вниз по склону, но и вверх, и не под действием течения. Судя по разнообразным направлениям и поворотам траекторий, существа двигались активно. Вдобавок след имел непростую форму: канавка, окруженная валиками грунта, с еще одним валиком посередине, особенно отчетливым на конце следа, ближайшем к шарику. Такой след не может получиться, если просто катить или волочить шарик по дну.

При ближайшем рассмотрении бродячие морские «виноградины» оказались раковинными амебами (корненожками) *Gromia sphaerica*. Этот вид ранее был обнаружен в Аравийском море. В это трудно поверить, но каждый шарик — одна клетка. Под оболочкой у нее тонкий зеленоватый слой протоплазмы, покрытый оболоч-



Вот эти шарики и есть громии. Видно, что траектории их движения не параллельны. В верхней части фото — креветка, по сравнению с которой можно судить о размере амеб

кой, а под ним большой водяной пузырь. С помощью такого «надувательства» и одноклеточное может стать макроскопическим объектом. Багамская громия не во всем похожа на



*Остров
Литл-Сан-Сальвадор,
где проводились
исследования*



*Громия
в естественной
среде*

*А вот так она
выглядит, если ее отмыть*



арабскую: она не строго шарообразная, а слегка вытянутая и, кроме того, она действительно снаружи покрыта илом. (Чтобы рассмотреть пойманное животное, его сначала пришлось отмыть.) Арабская громия снаружи чистенькая, зато содержит гранулы осадка во внутреннем «пузыре», кото-

рый у багамской родственницы заполнен чистой водой. Возможно, все это связано с одним, самым главным отличием: арабская амeba ведет сидячий образ жизни, тогда как багамская гуляет по дну.

Чтобы точнее определить систематическое положение багамской гро-

мии, исследователи секвенировали РНК малой субъединицы рибосомы. (Рибосомные РНК часто используются для построения филогенетических деревьев. Рибосомы — машины белкового синтеза — есть в каждой клетке, молекулы РНК, входящие в их состав, хорошо изучены, так что, сравнивая их нуклеотидные последовательности, можно делать выводы о родстве между организмами.) Перед выделением рибосомной РНК шарик сначала «схлопнули», чтобы избежать разведения клеточного материала. Новое существо действительно оказалось ближайшим родичем арабской громии.

Но еще интереснее самой амeбы — ее следы. Дело в том, что они чрезвычайно напоминают следы докембрийского периода, возраст древнейших из которых — 1,8 млрд. лет. Напомним, что в кембрии около 540 млн. лет назад произошел «взрыв видообразования». Палеонтологическая летопись показывает, что именно тогда — и

ФОТОИНФОРМАЦИЯ



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

очень быстро, по палеонтологическим меркам — возникает как бы из ниоткуда множество разнообразных форм многоклеточных организмов. Более ранние, докембрийские остатки многоклеточных животных относят к так называемой вендской фауне («Химия и жизнь», 2004, № 7). А наиболее древние свидетельства многоклеточности — окаменелые следы животных. Существо, которое ползает по дну морскому и оставляет след, должно быть, во-первых, достаточно большим, во-вторых, двусторонне-симметричным. В самом деле: если существо круглое (как многие одноклеточные организмы) или имеет лучевую симметрию (как кораллы или морские звезды), у него не может быть предпочтительного направления движения. А тот, кто движется целеустремленно, оставляя ровный красивый след, пусть и совсем тоненький, — скорее всего, имеет брюшную и спинную сторону, а также передний и задний конец. О голове на данном этапе эволюции говорить преждевременно, но так или иначе, тем, кто оставил «автографы» в докембрийских отложениях, было не все равно, какой частью тела вперед идти. До сих пор считалось, что эти существа и были первыми многоклеточными. Сами они, однако, не были найдены, и ничего удивительного в этом нет. Как замечают палеонтологи Стефан Бенгтсон и Биргер Расмуссен в статье для «Сайенс», посвященной багамской громии, следы и останки животных превращаются в окаменелости в совершенно разных условиях, поэтому обычно в руки ученых попадает либо след, либо животное, но не то и другое вместе.

Так вот, следы багамской громии удивительно напоминают докембрийские отпечатки. При этом животное, во-первых, одноклеточное, во-вторых, шарообразное. Как же громия перемещается и почему оставляет странный след с валиком на дне?

Предполагаемый способ передвижения громии лучше всего описывает выражение «катится колбасой»: длинная ось «виноградины» ориенти-



Михаил Матиц на конференции, посвященной юбилею Беломорской биостанции МГУ (2008)



Амеба рядом с морским кораллом

рована перпендикулярно следу, и вокруг этой оси она вращается. Двигается она, скорее всего, с помощью тонких выростов цитоплазмы (филоподий). А средний валик, возможно, образуется из «переработанного» грунта: амеба извлекает из него питательные вещества и затем сбрасывает позади себя.

Практически нет сомнений в том, что двухколейные следы оставляет именно амеба, коль скоро шарики всегда находятся на конце следа. К сожалению, пока не удалось зафиксиро-

вать процесс перемещения по простой причине: движутся они очень медленно. Одна из амеб была найдена рядом с кораллом, растущим на скорлупке морского ежа (см. фото). Судя по размерам и положению коралла, грунт оставался нетронутым в течение нескольких лет, значит, возраст следа может составлять недели, если не месяцы.

Так или иначе, находка расширила наши представления о том, каким мог быть мир докембрия. Возможно, таинственные предки многоклеточных были похожи на громю. А вдруг современные громии — «живые ископаемые», прямые потомки докембрийских животных, не слишком изменившиеся с тех давних времен? Это было бы еще интереснее.

Что еще можно почитать о багамской *Gromia sphaerica* и ее следах.

S. Bengtson, B. Rasmussen. New and ancient trace makers, «Science», 2009, January 16, v.323, p.346–347.

Giant deep-sea protist produces bilaterian-like traces, «Current biology», 2008, v. 18, p.1849.

Наращивай правильно!

И.А.Леенсон

Недавно (2008, № 10) в «Химии и жизни» рассказывалось, как правильно транскрибировать иностранные имена и фамилии, чтобы в текстах не появлялись «Ксионги», «Шакес-пеары» и другие неграмотности. В этой статье речь также пойдет о некоторых распространенных ошибках в текстах, в том числе научных. Начнем с употребления числительных — с привычки многих пишущих использовать наращения при числительных там, где они не допускаются правилами (о которых почти никто не знает). Например: «15-ть человек», «в 20-ых числах», «в 50-ти таблицах» и даже (в одной из статей) — «численность возросла почти вдвое — до 590-ти тысяч» (и как это прочитать?!). Как будто автор текста полагает, что его будут читать или неграмотные, или маленькие дети, которые не знают, как произносятся числа. Такие авторы пытаются помочь читателям прочитать свой текст, на самом деле только мешая им. Но ведь многие думают, что раз так пишут в книгах и в печатных СМИ, значит, это правильно.

Как на самом деле правильно? Наращения допустимы только для порядковых (но не количественных!) числительных, и то по определенным правилам. При этом предполагается, что люди умеют в большинстве своем склонять числительные (кроме творительного падежа, разумеется). Так, в соответствии с ГОСТом 71-2003, пункт 4.11.4.2, «Количественные числительные обозначают арабскими цифрами без наращений окончаний. Порядковые числительные приводят, как правило, с наращением окончаний по правилам...».

Римские цифры по ГОСТу не требуют наращений. Поэтому неправильно писать, например, «на XX-ом съезде». Когда какие цифры употреблять? Пункт 4.11.4.1 того же ГОСТа гласит: «Римские цифры и числительные в словесной форме заменяют арабскими цифрами при обозначении количества актов или действий сценических произведений, классов или курсов учебных заведений; номеров туристских маршрутов; порядковых номеров издания; порядковых номеров музыкальных произведений, номеров опуса; количества инструментов, голосов; года или дат выхода, распространения документа; сведений в области физической характеристики иных, чем пагинация; номеров (выпусков) многотомного документа, сериального или другого продолжающегося ресурса».

Добавим, что традиционно римскими цифрами обозначают: 1) номера съездов, конференций, конгрессов и т. п. (XX съезд); 2) века (XXI век); 3) номера международных объединений (III Интернационал); 4) номера выборных органов (IV Государственная дума); 5) номера продолжающихся спортивных состязаний (XX Олимпийские игры); 6) номера в имени императора, короля (Петр I, Николай II, Карл V, Людовик XIV); 7) обозначения кварталов года (IV квартал). Могут обозначаться римскими цифрами квадранты, части или разделы книг и т. п.

Теперь о самих наращениях. Вот что написано в ГОСТе 2.105-95.

Падежные окончания в порядковых числительных, обозначенных арабскими цифрами, должны быть:

— однобуквенными, если последней букве числительного предшествует гласный звук: 15-й (пятнадцатый или пятнад-

цатой), 15-я (пятнадцатая), но не 15-ый, 15-ой; — двухбуквенными, если последней букве числительного предшествует согласный: 15-го, 15-му, 30-ми, но не 15-ого, 15-ому, 30-ыми.

Написание порядковых числительных с наращиванием падежного окончания при нескольких порядковых числительных подряд различается в зависимости от их числа и формы разделения (соединения).

Если одно за другим идут два порядковых числительных, разделенных запятой или соединенных союзом, падежное окончание наращивают у каждого из них: 12-й, 13-й ряды, 70-е и 80-е годы.

Если одно за другим идут более двух порядковых числительных, разделенных запятой (точкой с запятой) или соединенных союзом, падежное окончание наращивают только у последнего числительного: 60, 70, 80-е годы.

Если подряд идут два числительных через тире, то падежное окончание наращивают:

— только у второго, когда оно одинаковое у обоих числительных: 50 — 60-е годы;

— у каждого числительного, когда падежные окончания у них разные или когда предшествующие первому числительному слова управляют только им и не связаны со вторым: в начале 80-х — 90-е годы.

Падежное окончание не наращивается при использовании порядковых числительных в виде арабских цифр, обозначающих:

— номера томов, глав, страниц, иллюстраций, таблиц, приложений и т. п. элементов изданий, если родовое слово (название элемента: том, глава и т. д.) предшествует номеру. Например, в томе 6; главе 5; на с. 85; на рис. 8; в табл. 11; в прил. 6. Однако если родовое название элемента стоит после числительного, последнее следует писать с наращением падежного окончания. Например: в 6-м томе; в 5-й главе; на 83-й странице;

— даты (годы и числа месяца), если слово «год» или название месяца следует за числом. Например, в 1997 году; 12 декабря 1997 года. Неправильно: в 1972-м году; 12-го декабря 1997-го года. Однако если слово год или название месяца опущено или поставлено перед числом, падежное окончание рекомендуется наращивать. Например, в мае, числа 20-го; год 1920-й; грянул 1917-й; концерт перенесли с 15 мая на 22-е.

Сложные существительные и прилагательные, имеющие в своем составе числительные, пишутся следующим образом: 150-летие, 3-месячный срок, 3-секционный шкаф.

Сложные слова с числительным и прилагательным «процентный»:

— в изданиях деловой и научной литературы принята форма из числительного в цифровой форме, знака процентов, дефиса и падежного окончания -ный, -ного, -ному и т. д. Например, 10%-ный раствор, 20%-ный сбор. Предпочтительной в таких изданиях следует считать форму с наращением одно- или двухбуквенного окончания по правилам наращения падежного окончания в порядковых числительных, обозначенных арабскими цифрами. Например, 15%-й раствор, 20%-го раствора, 25%-му раствору и т. д.



СПРАВОЧНИК

В узкоспециализированных изданиях для подготовленного читателя допустима форма без наращивания падежного окончания, если контекст не может вызвать двояких толкований: в 5% растворе. Вот что гласит по всем этим поводам ГОСТ — а несоблюдение ГОСТов еще недавно, как в них было написано, «преследовалось по закону».

Некоторые полезные правила оформления научных, в частности химических, текстов и полностью детально разработанные правила ИЮПАК по химической номенклатуре можно посмотреть на сайте <http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac>.

В США, Великобритании, Японии классы в многозначных числах отделяют запятой, в ФРГ, Австрии — точкой. В России используют пробелы, если цифр больше четырех: 1 243 454. В США, Великобритании, Японии Австрии в десятичных дробях целые числа отделяют точкой, причем ноль целых обычно опускают (.23). В России вместо точки ставят запятую, ноль не опускают: 0,23.

Для указания предела величин употребляют тире, многообразие или предлоги «от» и «до». Знак \div употреблять не рекомендуется. Предлоги «от» и «до» всегда употребляются, если знак «тире» можно принять за знак «минус» или когда одно или оба числа отрицательные: от +5 до -7°C . Кстати, если вы вместо знака «минус» используете дефис, то при печати он часто становится почти неразличимым, если стоит в показателе степени: 10^{-5} . Поэтому вместо дефиса лучше воспользоваться в качестве «минуса» знак «тире»: 10^{-5} . Обычно при работе с Word-ом знак «тире» можно быстро набрать, используя клавиши Ctrl — «серый минус».

Сложные прилагательные, в состав которых входят числительное и единица измерений, пишутся в буквенно-цифровой форме через дефис: 5-метровый. Допускается применять сокращенные обозначения единиц: 15-км кабель (но не 15-ти километровый!). Атомные, массовые, объемные, молярные проценты при цифре пишут сокращенно: 2 ат.%, 10 об.%, 8 мол. %.

В уравнениях химических реакций коэффициенты пишутся без интервалов, знаки + и = отделяются пробелами: $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$. В уравнениях реакций органических соединений знак = обычно заменяют стрелкой. Это связано, во-первых, с тем, что большинство органических реакций нестехиометрические, а во-вторых, чтобы отличить знак равенства от двойной связи (несоблюдение этого правила приводит к некоторым затруднениям при пользовании, например, справочником Л.В.Гурвича и др., когда требуется найти энергию разрыва определенной химической связи. Действительно, не сразу можно понять такую запись в нем: $\text{CH}_2 = \text{CHCH} = \text{CH}_2 = \text{CH} + \text{CH}_2 = \text{CH}$).

Названия элементов пишут словом, если не указан заряд или валентность: алюминий, но Al^{3+} (ион в растворе), Al^{+3} (заряд атома), Al(III) , Al^{III} — трехвалентный алюминий.

Основной знак умножения — точка на средней линии (если используется обычная точка на клавиатуре, то ее в этих случаях лучше сделать полужирным шрифтом, иначе она будет слишком мелкой: 5·3 лучше, чем 5·3). Знак \times применяется, как правило, для обозначения размеров (5×6×8 м) и при переносе. Однако он допустим, если помогает избежать трудностей прочтения, например: $8,2 \times 10^{-5} + 3,6 \times 10^{-2}$.

Названия сложных химических соединений по-русски пишутся слитно: этилацетат, литийалюминийгидрид (хотя допускается также алюмогидрид лития), в отличие от англоязычных: ethyl acetate, lithium aluminium hydride и т. п.

Положение заместителя пишется через дефис: 2-хлорбутан, 3-этилфенол.

Приставки цис-, транс-, бис-, симм- (симметричный), гош- и др. в русских названиях органических соединений пишут курсивом через дефис: транс-олеиновая кислота, 1,4-транс-полиизопрен, цис-1,3-бутадиен. В других названиях эти приставки пишутся прямым шрифтом и слитно: трансалкилирование, трансвлияние, трансуроновые элементы.

Приставки ди-, три-, тетра- и т. д., цикло-, изо-, окси-, гидрокси-, метокси-, алкокси-, амино-, нитро-, циан(о)- в названиях органических соединений пишутся прямым шрифтом и слитно: диизопропиловый эфир, трибутиламин, тринитротолуол, циклооктан.

Сокращения слов «вторичный» и «третичный», а также приставки орто-, мета-, пара-, изо-, цис-, транс- и т. п., указывающие на определенную форму молекулы или расположение заместителей, при формулах пишутся латинскими буквами и курсивом: *s*- $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$, *t*- $\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2$, *m*- $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$, *i*- $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$, *cis*- $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$. При русских названиях соединений эти сокращения пишутся русскими буквами, без точки и через дефис (за исключением, как указывалось, приставки изо-): *N*-втор-бутиламин, *трет*-бутиламин, *о*-нитротолуол или *орто*-нитротолуол, *п*-дигидроксibenзол. Курсивом и через дефис в названиях органических соединений пишутся приставки экзо-, эндо-, мезо-, эритро-, трео-, рац- (рацемический): *эритро*-хлоряблочная кислота, *эндо*-метиленициклогексан. Эти правила не всегда жестко выполняются, например: *мезо*-винная кислота и мезовинная кислота. Кстати, стереохимические обозначения D и L пишутся прямым шрифтом, а *S*-, *R*-, *E*-, *Z*- — курсивом. Для греческих букв курсив не используется.

В начале предложения названия, начинающиеся с греческой буквы или с приставки орто-, мета-, пара-, цис-, транс- и т. п., пишутся со строчной буквы: *транс*-Олеиновая кислота, *орто*-Толуол. Но лучше перестроить предложение, чтобы избежать такого написания.

Прямым шрифтом, полностью и слитно подобные приставки пишутся в основном в тривиальных названиях красителей, лекарственных, органических и неорганических соединений, а также для обозначения продуктов полимеризации: парарозанилин, парацетамол, ортофен, метациклин, парааминосалициловая кислота (ПАСК), парафенилендиамин, метакриловая кислота, ортоэфир, ортофосфорная кислота, ортоугольная кислота, метаарсенаты, ортоводород, паравольфраматы, параводород, парациан, паральдегид, параформальдегид.

Приставки орто-, пара- со словами «соединение», «модификация» пишутся полностью и через дефис: пара-модификация.

В связи с изложенным следует упомянуть весьма популярный словарь Б.З.Букчиной и Л.П.Калакуцкой «Слитно или отдельно? Опыт словаря-справочника» (первое издание в 1972 году, а с 1980 года издавался массовым тиражом чуть ли не ежегодно). Однако опыт этот оказался неудачным, пользоваться этим словарем химикам мы не рекомендуем. Так, словарь предлагает такие экзотические написания, как «соляно-кислый», «серно-кислый» и т. п. Даже во времена Менделеева эти слова писали слитно. А вот что пишет об этом словаре ведущий научный сотрудник Института русского языка РАН доктор филологических наук В.И.Беликов: «В процитированном выше специализированном словаре для написания сложных прилагательных, отсылающих сразу и к вольфраму, и молибдену, предлагается три варианта: вольфрамомолибденовый, Квольфраммолибденовый, Квольфраммо-молибденовый, а для сплавов вольфрама с хромом и ванадием, никелем и кобальтом лишь по одному: вольфрамохромованадиевый, Квольфраммоникелевый, Квольфраммокобальтовый. Усмотреть за этим разноречием какие-то теоретические основания трудно». Как сказал председатель Орфографической комиссии РАН Владимир Лопатин, «химики сами устанавливают правила написания своих терминов» (частное сообщение).

Вероятно, при колебаниях можно руководствоваться таким эмпирическим правилом: если вещество представляет собой смесь, следует использовать дефис, в противном случае принято слитное написание. Например, серно-салициловая мазь состоит из осажденной серы и салициловой кислоты (а также вазелина); азотно-фосфорные удобрения

содержат азотные и фосфорные удобрения; медно-никелевые сплавы — медь и никель, а серно-натриевые аккумуляторы — серу и натрий. В то же время щелочноземельные элементы не являются смесью щелочи и «земли» (старинное название для оксидов металлов), сернистый натрий — смесь серы и натрия и т. п. Однако пользоваться этим «правилом» следует осторожно, поскольку существуют традиционные написания. Так, в предметном указателе к Химической энциклопедии (М.: Большая российская энциклопедия, 1988) помещены следующие названия: железоаммониевые квасцы, железо-аммонийоксалат, железозинк-галлолиниевые (а также иттриевые) гранаты, сплав железо-константан, железомарганцевые конкреции, железоникелевые источники тока, железоокисные пигменты, железо-хлорный водородгенирующий цикл, железозинк-новородородные кислоты и т. д.

Старое обозначение молярности (2 М раствор) рекомендуется заменять обозначением моль/л (раствор с концентрацией 2 моль/л).

Валентность элемента указывают римской цифрой после названия в скобках без пробела: цирконий(IV), Fe(III). Заряд атома в молекуле принято обозначать надстрочным знаком и цифрой: Fe^{+3} , а заряд иона в растворе — цифрой и знаком: Fe^{3+} , SO_4^{2-} . Вообще, по поводу написания формул и названий неорганических соединений имеется справочник Р.А.Лидина, В.А.Молочко, Л.Л.Андреевой и А.А.Цветкова «Основы номенклатуры неорганических веществ» (М.: Химия, 1983). В нем излагаются современные правила построения систематических названий неорганических веществ всех классов, приводятся допускаемые традиционные и специальные названия веществ, химические формулы и наименования наиболее распространенных минералов, а также тривиальные названия некоторых соединений, смесей и сплавов. Представляет интерес, например, следующая цитата из этого справочника: «Анион OH^- называть гидроксильным ионом не рекомендуется. Название гидроксил оставляют за нейтральной или положительно заряженной группой OH вне зависимости от того, свободна она или является заместителем». В связи с этим можно отметить, что свободный катион OH^+ — большая экзотика.

Интерес представляет также следующая цитата из этого справочника. «Если в качестве лигандов выступают одновалентные анионы, то названия таких лигандов состоят из полного названия или корня названия аниона с соединительной гласной —о. Примеры: Br^- — бром-о, I^- — иодо-о, Cl^- — хлор-о, F^- — фтор-о, O^{2-} — оксо... S^{2-} — тио...» То же рекомендуется и для многоэлементных анионов: OH^- — гидроксо, CN^- — циано, NCS^- — тиоцианато, HS^- — меркапто. Далее читаем: «Анионы углеводородов в качестве лигандов называют без соединительной гласной: CH_3^- — метил... C_5H_5^- — циклопентадиенил». Такая же тенденция наблюдается и в «Химической энциклопедии»: в названиях органических соединений соединительная гласная, как правило, исчезает: фторбензол, хлорбутан, бромпиридин, иодметан, иодолефины. А в названиях неорганических соединений соединительная гласная обычно (но не всегда) присутствует: фтороводород, фторосиликаты, (но фторсиланы, фторциан), хлорнитроацетаты, хлоромagnesит, хлоротеллуровая кислота бромомолибдаты, иодопалладаты... В то же время название неорганической хлорсульфоновой кислоты HSO_3Cl в этой энциклопедии приводится без соединительной гласной. Как видим, жестких правил на этот счет нет, в написании таких названий придерживаются традиций.

Названия нуклидов (или изотопов данного элемента) пишут либо словом через дефис: углерод-14, либо сокращенно ^{14}C (массовое число пишут слева сверху).

Слово «моль» при цифре не склоняют, без цифр — склоняют: 5 моль, но пять молей.

Названия элементов и соединений со словами «содержащий», «соединение», «производное» и т. п. пишут слитно без соединительной гласной: фторсодержащий, нитросоедине-



ние, ацетилпроизводное (хотя можно встретить и «хлоросодержащий», но в «Химической энциклопедии» принято написание без соединительной гласной; такое же написание рекомендует и программа проверки правописания текстового редактора Word 2003). В свое время консультанты-лингвисты на страницах «Химии и жизни» объяснили, почему следует писать «серосодержащий» с соединительной гласной «о», но не «серусодержащий» — от винительного падежа (как не пишут «водусодержащий» и «землитрясение»).

Сокращения: «тера», «гига», «мега» пишут с прописной буквы: 10 МВт, 15 ГэВ, а остальные («кило», «милли», «сан-ти», «микро» и др.) — со строчной: 10 кВт, 15 мкА.

Киловатт-час пишут с точкой на средней линии: 5 кВт·ч. Единицу давления торр следует заменять на мм рт. ст. (в единицах СИ — паскаль, Па). Градусы Кельвина пишут без знака: 273 К, но 15°C.

Символы физических величин пишут курсивом: *m* (масса), *V* (объем), *z* (заряд) и т. д.

Точка не ставится при сокращениях: с (секунда), ч (час), м (метр), см, мм, км, г, мг, т (тонна).

В химических текстах следует писать «иод» (символ элемента I; см. об этом «Химию и жизнь», 2008, № 12) и «найлон» (англ. Nylon; см. «Химию и жизнь», 2008, № 6).

Слово «периодический» (закон, таблица, система) в середине предложения пишется со строчной буквы: открытие периодического закона.

Единицы измерений — производные от фамилий ученых при сокращении сохраняют прописную букву: Вт (ватт), А (ампер), В (вольт), Па (паскаль), К (кулон), Н (ньютон), Зв (Зиверт) и т. д. Если название единицы не сокращается, оно пишется со строчной: «энергия в ваттах». Дискуссии вызывает вопрос, грамотно ли писать, например, «чистого серебра 9 грамм», как указано на советских полтинниках 20-х годов, или следует писать (и говорить) только «девять граммов». В Толковом словаре Владимира Даля (1880 — 1882) слова «грамм» вообще нет — в то время в России эта единица массы практически не использовалась. В отчасти устаревшем «Орфографическом словаре русского языка» под ред. С.Г.Бархударова, С.И.Ожегова и А.Б.Шапира (1963) в качестве родительного падежа множественного числа дается однозначно: граммов (то же относится и ко всем производным этого слова — килограмм, сантиграмм и т. д.). В более новом «Грамматическом словаре русского языка» А.А.Зализняка (1977 года) в качестве факультативной формы (отклонение от стандартного склонения) приводится также форма с так называемым нулевым окончанием, то есть «пять грамм», «шесть килограмм»; интересно, что для узкоспециальных терминов — «сантиграмм» (0,01 г), «декаграмм» (0,1 г) никаких отклонений не допускается: окончание «-ов» обязательно — «семь сантиграммов».

Возьмем, наконец, «Орфоэпический словарь русского языка. Произношение, ударение, грамматические формы» под редакцией Р.И.Аванесова (словарь издавался неоднократно с 1983 года, последний раз — в 2003 году). В § 5 раздела словаря «Сведения о грамматических формах» приводится следующее интересное примечание:

«В данном словаре впервые в лексикографической практике признается существование еще одного падежа — так называемой счетной формы. Категория слов, в которой он выделен, — название единиц измерения, представляющие собой существительные мужского рода с основами на твердые согласные. Счетными формами признаются формы с нулевой флексией при указании количества: 5 вольт, 10 ампер, 100 ватт. Обычно считается, что в случаях типа 100 ватт употребляется родительный [падеж] множественного [числа] с нулевой флексией (ср. такие же конструкции с другими существительными, где выступают формы родительного множественного на -ов: пять домов, десять шагов и т.п.).

Для выявления того, что в таких случаях употреблен не родительный падеж множественного числа, а другой падеж, нужно противопоставить их «несомненному» родительному множественного. Трудность этой проверки заключается в том, что

для единиц измерения указание количества является едва ли не единственным реальным контекстом. Встретить их естественное употребление в ином смысловом окружении вряд ли возможно. Приходится воспользоваться «экспериментальными» контекстами. Если подставить слова вольт, ампер, ватт в такие контексты: «отмена, введение...», «отказаться от...», «не знаю никаких...», обнаружится, что они употребляются в этих случаях в формах с флексией -ов, а не с нулевой флексией: «отмена, введение вольт, ампер, ватт» и т.д. Из этого можно сделать вывод, что в случаях 5 вольт, 10 ампер, 100 ватт выступают формы не родительного множественного, а другого падежа — особого счетного. Он может иметь и вариативное выражение: грамм и граммов, ом и омов, эрг и эргов.

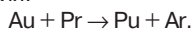
Счетной формой является и словоформа лет при родительном множественного годов; ср.: «люди тридцатых годов» и «прошло пять лет».



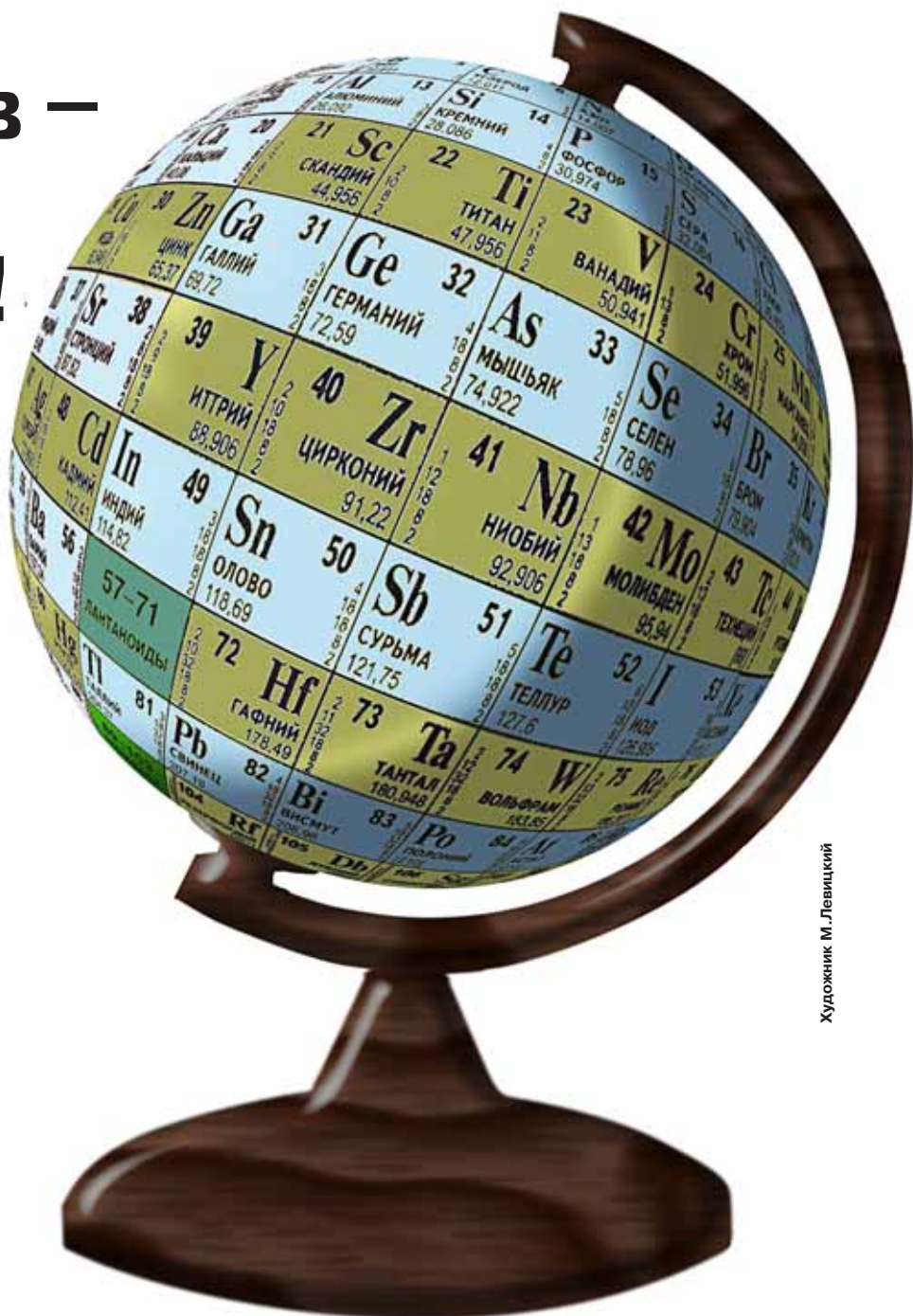
Синтез трансуранов — без ускорителя!

Известно, с какими трудностями сталкивались и продолжают сталкиваться исследователи при синтезе искусственных элементов, следующих за ураном. И чем дальше от урана, тем больше этих трудностей: ведь приходится на мощных ускорителях бомбардировать мишени, состоящие из нестабильных атомов трансуранов тяжелыми изотопами более легких элементов, например кальция, выделить которые и сложно, и дорого. Поэтому не удивительно давнее стремление многих физиков и химиков обойтись более простыми методами. Успех пришел к международной группе ученых, возглавляемых китайцем Цзи (Tsi) и малагасийцем Мехкла (Mehkla). Действуя двукратным молярным избытком натрия на дициклопентадиенил, они смогли выделить с хорошим выходом из продуктов реакции первый трансурановый элемент — нептуний:

$2\text{Na} + \text{Cr}_2 \rightarrow 2\text{Np} + 2\text{Ca}$. Затем, в течение месяца, последовало сообщение о синтезе следующего элемента — плутония:



Этот способ не засекретили только потому, что для синтеза оружейного плутония он не подходит: слишком дороги исходные компоненты. Попытка использовать более дешевые реагенты: $\text{Cu} + \text{P} \rightarrow \text{Pu} + \text{C}$ также не дала желаемого практического результата — в качестве побочного продукта неизбежно получался карбид плутония PuC с резким неприятным запахом. Вскоре последовали и синтезы



Художник М.Левецкий



следующих трансуронов, одного за другим.

Несмотря на отсутствие практических применений, эти работы настолько поразили научное сообщество, что появилось специализированное издание, в котором освещаются очередные успехи группы энтузиастов: «Journal of transferable and translocating reactions». Приводим краткое резюме уже вышедших статей.

Синтез америция: $\text{Sm} + \text{Ar} \rightarrow \text{Am} + \text{Sr}$. Синтез Кюрия: $\text{Sm} + \text{Cr} \rightarrow \text{Cm} + \text{Sr}$. Как видим, важную роль в таких синтезах играет не слишком дорогой самарий. Однако для синтеза следующего элемента, берклия, этот метод не сработал (следует напомнить, что группе Г.Сиборга, а потом и другим исследователям в СССР, Германии и Швеции приходилось время от времени менять методику, когда предыдущие методы оказывались исчерпанными). В данном случае пришлось прибегнуть к давно испытанному методу: бомбардировке на ускорителе мишени из серы ядрами легкого бора. При этом выяснилось, что для успешного процесса необходимо разгонять эти ядра только по часовой стрелке:

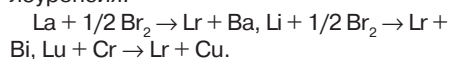
$\text{B} + \text{S} \xrightarrow{\text{ckw}} \text{Bk} + \text{Sc} + \text{w}$ (необычное написание символа последнего элемента объясняется тем, что вольфрам образуется с очень малым выходом). Со временем удалось заменить ускоритель мощной центрифугой, но правило обязательного вращения по часовой стрелке осталось неизменным. Ученым пока не удалось дать сколько-нибудь вразумительного объяснения этого эффекта. Зато дальнейшие синтезы пошли как по маслу. Причем иногда удавалось найти альтернативные способы.

Синтез калифорния:

$\text{Hf} + \text{C} \rightarrow \text{Cf} + 1/2 \text{H}_2$ (в данном случае освободить основной продукт от побочного оказалось очень легко). Синтез фермия:

$\text{Sm} + \text{Fe} \rightarrow \text{Fm} + \text{Se}$ (как видим, опять не обошлось без самария, и этот метод оказался дешевле, чем альтернативный $\text{Tm} + \text{Fe} \rightarrow \text{Fm} + \text{Te}$). В следующей работе ученые были вознаграждены за свой кропотливый труд: им удалось в ходе одного процесса синтезировать сразу два следующих трансурона — менделевий и нобелий! Вот этот уникальный синтез: $\text{Nd} + \text{Mo} \rightarrow \text{Md} + \text{No}$. Воодушевленные успехом,

ученые без труда нашли сразу три способа синтеза последнего из актиноидов — лоуренсия:



Пора было переходить к завершению седьмого периода периодической системы. И после непродолжительного летнего отпуска (ученые провели его с пользой, участвуя в семинарах, конференциях и симпозиумах, где пропагандировали свои достижения) вышла серия следующих работ. Синтез резерфордия поначалу не шел: то невозможно было выделить его из реакционной смеси, то получались органические продукты (например, гемоглобин: $\text{Rb} + \text{Hf} \rightarrow \text{Rf} + \text{Hb}$). Наконец настойчивость ученых была вознаграждена: целевой элемент получился исключительно высокой чистоты, поскольку освободить его от второго продукта было очень легко: $\text{Re} + \text{Hf} \rightarrow \text{Rf} + \text{He}$. Зато при синтезе дубния из рублидия и дейтерия неожиданно образовался стабильный свободный радикал, который не желал димеризоваться: $\text{Rb} + 1/2 \text{D}_2 \rightarrow \text{Db} + \text{R}^*$. Вероятно, это объясняется пространственными затруднениями в нем. Продолжается работа по идентификации свободного радикала; пока удалось выяснить, что неспаренный электрон перешел к нему от атома рублидия.

Синтез сиборгия: $\text{Sr} + \text{Ag} \rightarrow \text{Sg} + \text{Ar}$. Очистить продукт от примеси не представляло трудности. Синтез бория поначалу также дал никому не нужный свободный радикал: $\text{Rh} + \text{B} \rightarrow \text{Bh} + \text{R}^*$. Но вскоре был найден другой путь, дающий одновременно два неустойчивых элемента: $\text{Rh} + \text{Ba} \rightarrow \text{Bh} + \text{Ra}$, что опять-таки было нежелательно. Наконец был найден очень удачный вариант, в котором наряду с целевым продуктом получался самый редкий в земной коре стабильный элемент рений: $\text{Rh} + \text{Be} \rightarrow \text{Bh} + \text{Re}$. Зато для хассия было найдено сразу несколько вполне приемлемых синтезов, например $\text{Cs} + 1/2 \text{H}_2 \rightarrow \text{Hs} + \text{C}$, $\text{Cs} + \text{He} \rightarrow \text{Hs} + \text{Ce}$, $\text{Cs} + \text{Ho} \rightarrow \text{Hs} + \text{Co}$, $\text{Cs} + \text{No} \rightarrow \text{Hs} + \text{Co}$ и т.д. Ключевая роль цезия в этих синтезах пока неясна. Первоначально предложенный синтез мейтнерия: $\text{Pt} + \text{Mo} \rightarrow \text{Mt}$ + Po был отвергнут из-за экспериментально показанной возможности применения полония в качестве яда. Зато предложенный вскоре альтернативный путь $\text{At} + \text{Mg} \rightarrow \text{Mt} + \text{Ag}$ ни у кого не мог вызвать

никаких возражений. Синтез дармштадтия: $1/2 \text{D}_2 + \text{Os} \rightarrow \text{Ds} + 1/2 \text{O}_2$. Синтез рентгения тоже прошел очень гладко, продукт было очень легко очистить: $\text{Re} + \text{Hg} \rightarrow \text{Rg} + \text{He}$. Наверное, не нужно объяснять, что дефицитный рений для этого синтеза ученые получали в результате хорошо налаженной реакции образования бория.

И вдруг поток работ из лаборатории прекратился, журнал перестал выходить. В качестве причины внезапного спада активности сами исследователи привели совершенно смехотворный довод: отсутствие названий у элементов, следующих за рентгением. Истинной причины свертывания работ узнать не удалось. Да это и не требовалось. Несмотря на строжайший режим секретности в лаборатории Цзи и Мекхла (помимо того что под этими псевдонимами спрятался один человек, на каждого сотрудника приходилось по четыре агента-охранника), скрыть тайну не удалось, и механизм реакций стал общедоступным. Поэтому можно с уверенностью предсказать, что недалек тот день, когда мы узнаем о синтезе очередного супертяжелого ядра. Можно предвидеть также, что этот элемент окажется в районе так называемого острова стабильности, и в нем магическими, по-видимому, будет и число протонов, и число нейтронов.

В заключение о том, как все же удалось раскрыть тайну секретной лаборатории. Один из ее сотрудников принес начальнику то, что сам он считал шедевром их метода:

$\text{Ce} + \text{Sc} + \text{Y} + \text{P} + \text{H}_2 + \text{Sm} + 2\text{Ti} + \text{Si} \rightarrow \text{chemist}\uparrow + \text{physicist}\downarrow$. Однако начальнику этот синтез не понравился. «Занимайтесь своим делом, — сказал он. — И не отвлекайтесь!» Тогда сотрудник опубликовал статью, в которой описал результат смешивания в определенном порядке элементов $\text{Al} + \text{C} + \text{He} + \text{Sm} + \text{Ti}$. И хотя в результате синтеза получилось не совсем то, что он ожидал, взбешенный начальник, сразу раскусивший коварство подчиненного (он почти раскрыл его псевдоним!), немедленно уволил изобретательного химика. В отместку тот написал эту статью, которую передал мне для публикации в любимом журнале без указания его имени.

Публикация
И.А.Леенсона



Соленый лед

После публикации в январском номере короткой заметки «Ледяное бревно», в которой автор утверждал, будто с помощью селитры можно повысить температуру плавления льда, редакция получила несколько писем с выражением разной степени недовольствия, поскольку «все селитры ПОНИЖАЮТ температуру плавления льда, а вовсе не повышают». Попытка разобраться в причинах ошибки привела к интересному результату, о котором мы считаем полезным сообщить читателям.

Действительно, ни селитра, ни какая-либо другая неорганическая соль не в состоянии ни повысить, ни понизить температуру плавления льда по той простой причине, что соль не растворяется в твердом льду. Система «вода— соль», как написано во многих учебниках химии, принадлежит к числу систем с отсутствием растворимости в твердом состоянии (рис. 1). Соленая вода, конечно, может замерзнуть, но при затвердевании образуется так называемая эвтектика — механическая смесь из кри-

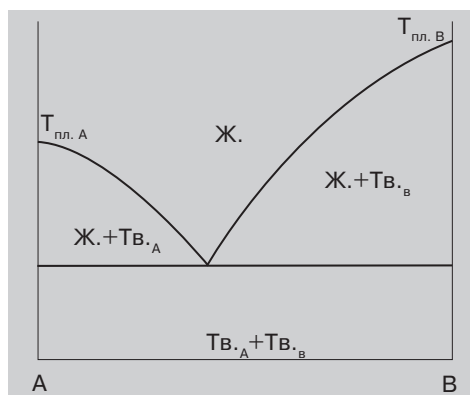
сталлов чистых веществ, в данном случае воды и соли. Характерная черта эвтектики состоит в том, что ее температура плавления гораздо ниже, чем у составляющих веществ: кристаллы одного вещества «чувствуют» наличие второго, и результатом такого взаимодействия становится плавление слоя на их границе. Если в какой-то конструкции возможно соприкосновение деталей из разных металлов, металловеды всегда учитывают возможность их поверхностного плавления и стараются выбрать такую пару, которая эвтектику не образуют.

Поскольку соль во льду не растворяется, получить соленый лед невозможно. В Интернете (http://community.livejournal.com/27_rus/5220.html?thread=6756#t6756) можно встретить интересное сообщение о том, что некий экспериментатор доехал до берега моря, положил в рот кусок морского льда и почувствовал горько-соленый вкус. К созданию, условия эксперимента нельзя назвать чистыми, ведь неизвестно, как образовывался такой лед. Если послойно, за несколько раз, то вполне может

быть, что это был пресный лед вперемежку с соленой эвтектикой.

Откуда же появилось представление о том, что селитра способна повышать температуру плавления воды? Расследование показало, что источник заблуждения —

1
Сколько бы ни была высока температура плавления компонентов, если они нерастворимы друг в друге в твердом состоянии, их смесь всегда будет легко плавиться



Соль	Вес соли	Охлаждение снега до	Криогидратная точка соли
Азотнокислый аммоний	60	-11,5	-17,3
Хлористый аммоний	25	-15,4	-15,8
Азотнокислый натрий	59	-18,5	-18,5
Хлористый натрий	33	-21,3	-21,3

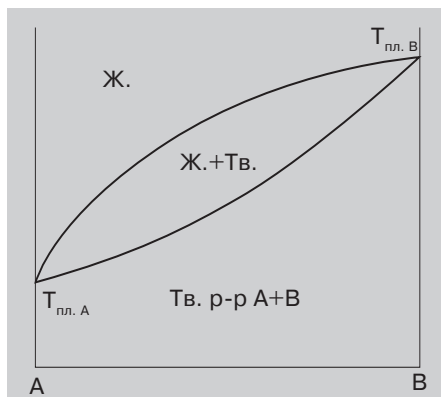
лыжная практика, точнее, способы сохранения лыжной трассы от действия оттепели. А эта задача по мере развития глобального потепления становится для любителей лыжного спорта все более актуальной.

Действительно, как показали опросы, селитру на снежной трассе используют, именно чтобы снег дольше не таял. Например, в Москве ее сыплют на подиум Большого трамплина во время оттепели. На горнолыжных курортах с помощью солей делают снежный цемент, который предохраняет трассу и от образования бугров, и от преждевременного таяния. Вот что рассказывает о практике альпийского снегозадержания австрийский журналист Леопольд Люкшандерль в своей книге «Спасите Альпы»: «В качестве закрепителя снежного покрова на трассе — так называемого снежного цемента — применяются главным образом азотистые удобрения. Их часто стараются представить как безвредные и даже полезные для растительности. При этом умалчивают, что усиление питания азотом делает растения более восприимчивыми к внешним воздействиям, они не успевают перестроиться и стать в полной мере хладостойкими. Химической обработке подвергается прежде всего слишком сухой и рассыпчатый снег, который плохо уплотняется трассовыми машинами... из-за возможных экологических нарушений следует настойчиво предостерегать от применения на лыжных трассах разного рода химикалиев».

Как же совместить несовместимое —

2

Когда вещества без ограничений растворяются друг в друге, их твердый раствор становится все более и более тугоплавким по мере снижения концентрации легкоплавкого компонента



снижение температуры плавления смеси «лед—соль» и борьбу с оттепелями? Видимо, тут играет свою роль кинетика. Реакция растворения той же натриевой селитры в воде идет с поглощением тепла. То есть раствор сильно охлаждается, в зависимости от вида соли и ее количества, до 10–20 градусов мороза (см. таблицу). Именно на этом основано использование таких систем для охлаждения реакционной смеси, чтобы реакция не шла слишком бурно. Бытовое применение — охлаждение мороженого без холодильника. Если сыпать соль на трассу, то можно считать, что льда (то есть снега) — бесконечно много. Поэтому по мере таяния снега и растворения соли ее концентрация будет стремиться к нулю. А температура замерзания разбавленного раствора гораздо выше температуры эвтектики. В результате смесь не только охладится, но и в конце концов замерзнет.

Даже если температура окружающего воздуха больше нуля, свежеполученный лед будет твердым до тех пор, пока система не придет в равновесие с окружающей средой, то есть пока внешнее тепло не нейтрализует холод, полученный в результате реакции растворения. Дело это небыстрое. Например, старожилы помнят, что на химфаке МГУ завезенный зимой лед лежал все лето — в тени, под крышей в специальном домике, хотя из него, конечно, непрерывно текло: до августа там можно было набрать куски льда для опытов.

Именно временное охлаждение за счет растворения соли помогает прыгунам с трамплина сохранить снег во время оттепели. Для снежного цемента эффект сложнее. Подтаявший от взаимодействия с солью снег утрамбовывают специальным трактором — ратраком. А при последующем замерзании образуется ледяной каркас. Как писала «Химия и жизнь» в феврале 1978 года, прочность такого уплотненного снега с ледяным каркасом возрастает десятикратно. Кстати, и сам лед можно упрочнить и создать неплохой конструкционный материал. Например, композит из льда с 10% древесных волокон в два с половиной раза прочнее чистого льда, и его можно обрабатывать режущим инструментом.

А вот о том, как увеличить температуру плавления льда, в той давней статье речи не шло: видимо, советские специалисты по инженерной гляциологии (ее



РАССЛЕДОВАНИЕ

основоположником был Г.Ф.Оттен, работавший в середине 30-х годов в Закавказском НИИ сооружений) всерьез этой задачей не занимались, ведь основным направлением их исследований была борьба с лавинами.

Как можно подступиться к этой задаче? Из общих физико-химических соображений следует, что для повышения температуры плавления льда при нормальном давлении нужно смешать воду с веществом, отвечающим двум условиям. Во-первых, оно само или его гидрат должно иметь температуру плавления выше температуры плавления льда, а во-вторых, образовывать с водой непрерывный ряд твердых растворов. Такая система окажется уже не эвтектической, а так называемой системой с неограниченной растворимостью в твердом и жидком состоянии (рис. 2). Обходной путь — добиться, чтобы это вещество стабилизировало структуру льда-VI (см. «Химия и жизнь», 2008, № 2), который устойчив при давлении около 1 ГПа (10 тысяч атмосфер). Его температура плавления может быть высока.

Не исключено, что вещество, способное так или иначе поднять температуру плавления льда, совершит революцию в строительстве, ведь здание из него будет получаться по известной формуле «просто добавь воды», а утилизировать стройматериалы можно небольшим нагревом, как в случае с проектом серного дома (см. «Химия и жизнь», 2001, № 9). К сожалению, как отмечали специалисты еще тридцать лет тому назад, «среди основных причин, препятствующих широкому строительству из льда, следует назвать новизну проблемы и недостаточную популяризацию уже накопленного опыта». И вообще, лед и снег находят применение лишь там, где есть энтузиасты, убежденные в правоте своих идей. Однако на их пути стоит немало проблем: трудно найти проектную организацию, мало машин и механизмов, способных работать со снегом и льдом. Вот скандинавы, которые уже не первый год строят из льда многочисленные сооружения, все это найти сумели...

Б.Анофелес



Иван Менделѣевъ

Менделѣевъ

Доктор химических наук
Е.В.Бабаев

В юбилейный Менделеевский год мы продолжаем публикацию материалов, связанных с происхождением, биографией и творчеством великого химика. На этот раз хотелось бы более пристально рассмотреть личность и судьбу его отца, педагога и директора гимназии Ивана Павловича Менделеева.

Яблоко от яблони

Несомненно, учительская профессия Менделеева-отца наложила отчетливый отпечаток на судьбу его сына. Известно, что одной из детских забав маленького Мити была игра с прислугой «в директора школы и его учеников». Прекрасная информированность о жизни и быте провинциального учителя не могли не повлиять на первоначальный выбор абитуриентом Дмитрием Менделеевым именно педагогической карьеры (причем в том же педвузе, что когда-то окончил его отец). После распределения ему пришлось, хоть и недолго, тянуть лямку обыкновенного школьного учителя в Одессе, закупать для кабинета естествознания приборы и чучела животных. В трудные годы Д.Менделеева спасало от голода репетиторство, написание заметок для «Вестника народного просвещения». Наконец, зарплату в университете он получал именно за преподавание. Хорошо известны предложения Д.И.Менделеева о школьной реформе, в том числе призыв к *полной отмене любых экзаменов*, несомненно, ласкающий слух многим и поныне... Нереализованной мечтой Дмитрия Ивановича остался один из величайших его проектов — Училище Наставников, которое он предлагал правительству разместить в географическом центре России и бюджет которого разработал до мелочей. Как видим, хотя сын директора гимназии и не унаследовал напрямую семейное ремесло, по жизни он шагал как преподаватель, думал как педагог и в меру сил своих возвышал статус профессии учителя.

Иван Менделеев

Что же известно о жизни учителя Ивана Менделеева? Какой жизненный опыт, кроме любви к собственной профессии, он оставил в наследство сыну? В многочисленных и обширнейших биографиях Дмитрия Менделеева довольно много написано о его матери, а об отце мы находим лишь скупые строки: учитель в Тобольске, ди-

ректор гимназий в Тамбове и Саратове (иногда пишут — в Пензе). Затем снова в Тобольске, теперь уже в статусе директора. Ослеп, уволен, но после операции чудесным образом прозрел, правда, так и остался безработным. В биографиях советского периода иные оттенки: педагог-гуманист, пренебрегавший церковными канонами, прогрессивный вольнодумец, писавший для журнала тайных обществ, друг каторжан-декабристов и вообще жертва гонений и репрессий николаевского режима. Эти эпитеты как раз ясны: если писать об отце химика-гения (одобренного свыше), то, значит, либо хорошее, либо ничего. А что на самом деле?

На самом деле биография Ивана Павловича и в наши дни оставляет много места для домыслов и догадок. Восстановить жизнь человека, родившегося более двухсот лет назад, можно лишь по крупицам. Биография его до сих пор не написана, хотя архивы понемногу раскрывают свои тайны. Попробуем вкратце, хотя бы фрагментарно, восстановить его жизненный путь, неотделимый от пути становления российского просвещения начала XIX века.

Мирные тобольские будни

В предыдущей статье (2009, № 2) мы расстались с Иваном Павловичем в момент, когда он закончил Главный педагогический институт и был направлен учителем в Тобольск. Произошло это по просьбе попечителя Казанского учебного округа С.К.Румовского, запросившего у петербургского вуза для своих учреждений 13 опытных педагогов-выпускников. Когда 10 декабря 1807 года Иван Менделеев прибыл в Тобольск вместе со своим однокурсником Семеном Гаревским (по другим документам — Гаретовским), выяснилось, что работы по специальности для них пока нет. Философию, изящные науки и политэкономии, которым должен был обучать Иван, преподавать было попросту некому, да и негде — гимназия в Тобольске еще не открылась, а вместо нее было Главное народное училище, в котором обучали преимущественно грамоте и счету. Тем не менее прибывших в разгар морозов однокурсников приняли с сибирской теплотой. Директор училища Протопопов поселил их в отапливаемом флигеле при училище, и долгое время они получали жалованье, но на занятия не ходили.

Летом 1808 года новым директором училища стал весьма энергичный барон Эйбен, развернувший бурную деятельность по преобразованию училища в гимназию. Добившись выделения средств для ремонта старого здания училища (и гарантий его превращения в гимназию), Эйбен, однако, так и не достиг своей цели: проблема состояла в нехватке потенциальных гимназистов и в качестве их подготовки. В этой связи к осени 1808 года попечитель Румовский наконец-то вспомнил об изнывающих от безделья Иване и Семене и, «дабы они не оставались без занятий», велел «каждому по своей части заниматься в училище приуготовлением учеников». Так прошел 1809 год и начался следующий. Видимо, не без цели познания новых для него окружающих мест Менделеев затеял при поддержке Эйбена «Статистическое описание Тобольской губернии». Похоже, в этот период у Ивана было достаточно свободного времени, чтобы глубже познакомиться и с окрестностями, и с обитателями. Тем же летом 1809 года Иван Менделеев женился на купеческой дочери Марии Дмитриевне Корнильевой. Венчались 23 июля 1809 года в Богоявленской церкви (свидетелем жениха был друг Семен), а поселились молодые все в том же учительском флигеле. Из многочисленной дворни купцов Корнильевых им стали служить две дворовые девки.

Тобольск



К весне 1810 года школьное здание было наконец отремонтировано, подготовленные ученики набраны в нужном числе, и 12 марта торжественное открытие гимназии состоялось. Об этом событии сохранился ряд любопытных записей, как-то: «на плошки для иллюминации здания потрачено 85 руб. 55 коп.», здание декорировали четырьмя каменными вазами (символ четырех лет обучения), над входом повесили восьмигранный фонарь (свет просвещения) и поставили статую богини мудрости Минервы. Статую, правда, вскоре убрали, поскольку гимназисты аллеорию не оценили и прятались «за Венеркой», кидаясь репой в прохожих. К лету доставили учебники и даже купили школьные часы. Учебная жизнь закипела, причем не только в Тобольске. С 1810 года министром просвещения стал человек истинно просвещенный, аристократ и магнат граф А.Разумовский. По его инициативе учителя, подобно врачам, теперь приносили клятву, им разослали четкие должностные и методические инструкции. К этому периоду относится рапорт Менделеева 1810 года, его первая «педагогическая поэма». Как бывший выпускник семинарии, он обратил внимание, что гимназисты почти не знают Евангелия, и вызвался проводить с ними «воскресные утренники» на эту тему. Инициативу поддержали, впрочем, ненадолго: на следующий же год закон Божий по высочайшей воле был введен повсеместно.

Жизнь семьи Менделеевых текла размеренно. В 1811 году родилась дочь Мария, первый ребенок будущей многодетной семьи. Своим дворовым жена Менделеева дала вольную, но преданная Прасковья решила остаться с хозяйкой и стала няней ее дочери, а затем и будущих детей. Наступил грозный 1812 год, где-то далеко под Бородино отличился Тобольский уланский полк, тверские семинаристы ушли в ополчение, Наполеон смотрел из Кремля на горящую Москву. У Ивана же все было мирно (в бумагах писал, что «в походах против неприятеля и в самих сражениях не был»), правда, однажды сгорели баня и учительская кухня. Были мирные награды: 19 января 1812 года «в воздаяние усердной службы Начальством засвидетельствованной» он был произведен в чин титулярного советника (девятый разряд в военизированной Табели о рангах, что приравнивалось к пехотному штабс-капитану или казачьему есаулу). Заботы были мирные, в основном финансовые. Надо было кормить жену и дочь, средств не хватало, а потому пришлось заложить немногочисленные семейные драгоценности, испросив ссуду на три месяца под проценты (отдать долг он смог лишь через два года). Кто-то принимал победные парады, а он в 1813 году принимал первые выпускные экзамены (впрочем, выпускников гимназии было всего трое). С 1814 года в его семье поселился инвалид, но не военный, а совсем мирный — тесть Дмитрий Васильевич Корнильев, быстро терявший память. Хотя Ивану едва удалось вернуть семье заложенные золотые реликвии, на иждивенца потребовались новые расходы. Пришлось взяться преподавать немецкий язык, пусть и за половину ставки. Мелькнула перспектива карьерного роста — новый попечитель округа Салтыков, заметив трудолюбие молодого учителя, в декабре 1814 года предложил ему «во уважение отличного усердия к службе занять при Казанской гимназии должность учителя логики и нравоучения». Менделеев, однако, «отказался от сего столь лестного для него предложения по малому окладу», что, кстати, потом записали ему же в плюс в более поздней характеристике. В 1815 году родилась вторая дочь Ольга, та самая, что через много лет поддержит и даже пожертвует своего младшего брата, сироту Дмитрия в Петербурге. Через год родилась третья дочь, Екатерина, «благоразумная Катинька» (именно она станет впоследствии главной опорой огромной семьи).

Осенью 1814 года в Тобольской гимназии сменилось начальство. Эйбен уезжал на новую службу, но его уход обернулся ему же позором (за ним выявили огромную растрату казенных средств). На смену пришел честный и еще более энергичный директор, пруссак Арнольд, профессор акушерства из Казани. Он просто кипел энергией: свою службу в 1815 году начал с благотворительного сбора в пользу школьной библиотеки, обновил кабинеты и курсы, затеял обширные краеведческие изыскания и много чего еще. Иван Менделеев всемерно, насколько мог, поддерживал начинания нового директора: на сборе пожертвований внес вместо денег три ценных издания из семейной библиотеки, по инициативе директора возродил «воскресные утренники», где учащиеся декламирова-



ПОРТРЕТЫ

ли стихи (на русском, немецком и французском, а также собственного сочинения). Наконец, Иван возвратился было и к своим ранним краеведческим изысканиям. Активность Арнольда, которую современники считали началом золотого века гимназии, закончилась, однако, плачевно. Директор и учителя собирали статистические данные попросту путем поголовного опроса городничих и исправников, а финансовую поддержку своим инициативам Арнольд запрашивал напрямую у местной думы, минуя иные инстанции. Вся эта деятельность вызвала ярость тобольского губернатора фон Брина, который считал любые шаги без предварительных с ним согласований грубейшим нарушением субординации. Он обвинил директора в превышении полномочий, и для разбирательств из Казани приехала комиссия во главе с деканом университета Эрдманом.

В гимназии устроили тотальную ревизию, много дней проверяли всех и вся. В итоге Арнольду, ожидавшему выговора, объявили... благодарность, обязав, однако, впредь во всем «сноситься с губернатором». Отдельной благодарности за № 193 от Училищного комитета Казанского университета удостоился и Менделеев («За нахождение в порядке Господами Визитаторами в 1816 году»). История сохранила нам вопрос, задававшийся Эрдманом при экзаменовке учителей: «Какими методами вы пользуетесь при объяснении предмета?» Многих педагогов этот вопрос поставил в тупик, и лишь Менделеев нашелся сказать, что его метод для *новой* темы — *синтез*, а для *повторяемой* темы — *анализ*. (Чувствуется учитель философии и «предчувствуется» отец будущего химика!) Несмотря на блестящий итог ревизии, Арнольда все-таки «съели» и в феврале 1817 года отправили в отставку. Менделеева, однако, в Казанском учебном округе запомнили. Через год (1818) ему предложили повышение — пост директора Тамбовского главного народного училища.

Мерзницкий из Министерства затмения

Год 1817-й останется одним из самых мрачных в истории народного образования России. Как известно, 24 октября этого года Министерство народного просвещения слилось со Святейшим Синодом в новое Министерство духовных дел и народного просвещения, которое современники язвительно называли «Министерством затмения». О наступившей эпохе реакции написаны тома, а начало этих перемен отсчитывают от пожара в Москве 1812 года: «с этого времени государь решился посвятить себя и все свое царствование Господу и распространению Его славы». Страну захлестнула новая «сетевая структура» — Библейские общества, ячейки которой раздавали всем и повсюду тома Писания. Закон Божий стал главным предметом в школах и вузах, а университеты стали больше походить на средневековые монастыри. Изменения затронули и школьные программы: одним из первых приказов нового министерства было отменено преподавание философии, изящных наук и политэкономии (напомним, тех самых трех дисциплин, которым обучал Иван Менделеев).

Места просветителей сверху донизу заняли реакционеры: министра Разумовского в 1817 году сменил Голицын, а в Казанском учебном округе, где работал Менделеев, место попечителя Сал-



тыкова в 1819-м занял мракобес и обскурант Магницкий, метко прозванный Мерзичким с подачи Салтыкова — Щедрина. В качестве наиболее одиозных примеров мракобесия попечителя Магницкого обычно упоминают его первые распоряжения по Казанскому университету: сжечь ряд книг, отпеть и захоронить препараты анатомического театра, наконец, предложение публично и торжественно разрушить сам университет. На предложение разрушить университет император, однако, предписал иное: «Поправить». Что Магницкий рьяно и исполнил: выбил полумиллионную строительную субсидию, назначил «вечным» главой строительного комитета Н.Лобачевского, тогда еще не очень великого, под началом которого и создали тот великолепный фасад, который принадлежит ныне университету. Михаил Магницкий, как известно, был внуком автора первой русской «Арифметики» Леонтия Магницкого (точнее, Телятина, которому лично Петр I дал звучную фамилию от латинского *магнус* — большой). Тем не менее именно Михаил Магницкий, гордость Московского университета, третий в списке на доске почета лучших выпускников пансиона, искалечил десятки судеб своих современников, в первую очередь, профессоров и учителей. Именно он и стал отныне вышестоящим начальником Ивана Менделеева.

Тамбовская «возвышенность»

Хотя назначение в Тамбовское училище Иван Менделеев получил 7 сентября 1818 года, большая семья прибыла в Тамбов лишь в 27 января 1819-го — вероятно, дожидались санного пути через замерзшие сибирские реки. До сих пор не до конца понятно, что, кроме повышения жалованья, побудило семью резко сняться с насиженного места, где у Марии Дмитриевны оставалось много родственников. Перед Менделеевым встала задача преобразовать училище в гимназию. Помня тобольский опыт Эйбена, Менделеев оптимистично предполагал, что и здесь гимназию можно разместить в здании училища. Вскоре, однако, он написал губернатору и Магницкому, что «училище по причине ветхости деревянного дома, по недостатку нужных строений и по неудобности самого местоположения не может быть преобразовано в гимназию». Действительно, стены и потолки грозили обрушиться, в том числе в квартире самого директора, «ставни изломаны, двери едва существуют, полы сгнили». Здание не ремонтировали с момента открытия училища в 1786 году, во времена губернаторства в Тамбове поэта Г.Р.Державина. Требовались средства, а их в послевоенной России экономили; к тому же местный губернатор Безобразов предпочитал тратить свободные деньги на починку местных острогов, которые были еще более запущены.

Средств у директора явно не хватало. Помня об опыте Арнгольда, Менделеев попробовал устроить благотворительный сбор. Пожертвования, однако, собирались туго: в сафьяновой книге почетных дарителей несколько немецких фамилий и взнос... самого директора! Тут же фамилия ученика Оленина, принесшего любимой школе курьезный дар — «окаменевшее берцо слона» (оценено в 40 руб.). Прошло целых два года, но денег все не было, причем даже на самые элементарные школьные вещи: как следует из письма Менделеева в приказ от 1821 года, «от неимения часов и звонка в училище происходит беспорядок как в собирании учеников в классы, так и в выходе из оных», с добавлением (похоже, не без яда) «тем паче, что нет и городских часов».



Старый Тамбов

О талантливых педагогах Менделеев хлопотал, добивался повышения им жалованья. Но и с персоналом не все гладко: совсем другие хлопоты доставил ему молодой учитель Юферев («непокорен, упрям и склонен по временам много употреблять горячих напитков»). Менделеев попытался его уволить, но казанский попечитель рекомендовал «арестовать на целый месяц с производством ему в день по фунту с половиной хлеба и по штофу воды с тем, чтобы в то же время исполнял должность учителя». Потом «месяц» заменили на «неопределенное время» и лишь через год строптивца уволили. Как мог, Менделеев следил за нравственностью учеников. Одного из учащихся за «публичную нескромность на улице» директор, не сдержавшись, приказал высечь розгами. Понимая, чем это грозит ему самому (с 1812 г. за применение телесных наказаний можно было поплатиться должностью), Менделеев донес о собственном проступке в Казань. Его строгость, однако, одобрили, а шалуна-«ругателя» с позором исключили.

С 1822 года директоров обязали ежеквартально доносить в Казань о нравственности учителей и любых их прогутах. В этой связи любопытен отчет Менделеева, где кроме усердия «учащих и учащихся» он отметил: «Исключая, что учитель Пальмов по причине чрезмерной грязи 26 числа не был в классе». Написано серьезно, поскольку улицы в Тамбове, покрытые примитивной насыпью из песка и гравия, в распутицу настолько размокали, что пройти по ним было невозможно. Тонули телеги и лошади, обыватели беседовали через улицу или искали удобный брод, а Менделееву дважды в год приходилось порой отменять занятия. Бутовой камень, заготовленный для мощения улиц еще при Державине, пустили в дело, увы, лишь после отъезда Менделеевых из Тамбова.

Несмотря на все сложности, при Менделееве училище медленно, но верно развивалось. Иван Павлович вел оживленную переписку с Казанью и в одном из рапортов предложил ввести в курс обучения уроки логики, которые преподавались бы в добавочный (пятый) год обучения. Просьба была удовлетворена, и обучение в училище стало пятилетним, сравнившись по уровню с гимназическим. Был назначен дом для покупки под гимназию, однако переговоры растянулись на годы. Лишь за первый год Менделеев увеличил число учащихся с 80 до 124. О последнем достижении надо сказать особо.

Развитие государственной системы народного образования, в которой мы и поныне обучаем своих детей, именно тогда столкнулось с активным противодействием дворянства. Все помнят, что пушкинский Евгений Онегин в то время ни в какую начальную школу не ходил, а учил его «всему шутя» некий «француз убогий». Вот этих-то частных гувернеров, зачастую иностранцев, осевших в России после войны, и предпочитали брать дворяне для обучения детей, брезгуя училищами и гимназиями. Чему обучали такие учителя (индивидуально или в частных пансионах), было непонятно. Уговоры и штрафы на них не действовали, и тот же Магницкий развернул против «частников» нешуточную войну, привлекая к боевым действиям подчиненных ему директоров его округа. Чем больше директор выявлял таких частных заведений и сертифицировал их нравственность (а еще лучше — закрывал), тем лучше он аттестовался. Как правило, ученики после этого вынужденно перетекали в госсектор образования, пополняя госказну.

Именно этим и пришлось заниматься Менделееву. Как он писал Магницкому, содержатели пансионов в Тамбове «вообще стараются более о попрании своего состояния, нежели об образовании юношества», а по «Тамбовской губернии находится много частных учителей, о знании коих и поведении не имеется никакого сведения». Это было неудивительно: на просторах Тамбовщины усадьбы местной знати с их недорослями были разбросаны по огромной территории. Магницкий поручил ему выяснить, «кто именно и у кого находятся частные учителя, и какие имеют они свидетельства на право обучения». К «шпионскому» поручению Менделеев отнесся ответственно и вполне преуспел: два пансиона (всего из семи по округу) были закрыты в Тамбовском регионе. На просторах Пензенской губернии ту же ниву, и столь же успешно, возделывал Лажечников, в будущем известный писатель, впрочем державший в Пензе собственный частный пансион. Магницкий остался доволен обоими, однако в соседней Саратовской губернии творился полный беспорядок как в частном, так и в государственном секторе образования. Магницкий решил бросить туда «лучшие

силы» округа: Лажечников был удостоен редкой чести, предоставляемой обычно казанским профессорами, провести ревизию саратовской гимназии, а Менделееву Магницкий и вовсе предложил весной 1823 года стать новым директором саратовских училищ, в том числе и гимназии.

Это письмо застигло семью Менделеевых врасплох. Повышение по службе госчиновник Менделеев к этому моменту уже получил: из рядового титулярного советника (девятый разряд, с которым нередко выходили на пенсию) он вырос до коллежского асессора восьмого разряда. (Именно между этими чинами, «их благородием» и «их высокоблагородием», пролегла незримая граница между личным дворянством и потомственным.) К тому же семья, прожившая в Тамбове четыре года, была вполне довольна жизнью. Как писал Менделеев родным во Млево в декабре 1822 года «местное начальство меня ласково принимает, своими подчиненными доволен, учеников не мало, квартира у меня не худа, здоровье еще не худо». Сформировался свой круг общения, связи: каждый год на выпускной экзамен в училище собиралась вся тамбовская знать, включая губернатора, после чего директор устраивал в меру пышные угощения. Дочерей-подростков обучали неплохие частные учителя (училище-то было лишь для мальчиков). Как он писал, «старшие девочки хорошо читают и пишут по-русски, изучают французский язык, играют на гитаре и фортепиано, хорошо рисуют, учатся танцевать». Семейство в Тамбове увеличилось: в 1819 году родилась четвертая дочь Апполинария (та, что в молодости изнурит себя религиозными постами), в 1822-м — пятая дочь, Елизавета (которую позже мать вместе с ее братом Дмитрием повезет в Москву и Петербург), а Мария Дмитриевна (с годовалой дочерью на руках) уже вновь готовилась стать матерью в 1823 году. Несмотря на неоднозначность ситуации, Иван Павлович все-таки принял предложение попечителя, вероятно расценивая его как знак высокой оценки его труда и залог личного доверия и будущего расположения столь властительной персоны.

Саратовская «низменность»

Менделеевы добирались до Саратова больше недели и прибыли туда 17 сентября 1823 года. Переезд влетел в копеечку: казна выделила 550 рублей, а потратить пришлось 2000. Хлопот много: в семье «девичьего отца», как в шутку называл себя Иван Павлович, в октябре родился долгожданный сын, которого тоже называли Иваном. Теперь в семье десять человек (с супругами Менделеевыми кроме шестерых детей жили еще тесть и няня), в стандартной директорской квартире тесновато, но Иван Павлович не падал духом. Как он вскоре написал родственникам, «хоть жалование одно, но есть другие выгоды: дел здесь более». Дел действительно было много, причем крайне запутанных и темных. Саратовской гимназии, открытой в 1820 году, не повезло с первым же директором: эту должность, явно по протекции, получил отставной капитан А. Ченыкаев, отношения к педагогике никогда не имевший. Три года он делал то что умел: воевал с преподавателями, доносил, обвинял и увольнял всех, кто смел ему возражать. Из гимназии изгнали всех старших учителей, началось моральное разложение учеников. Этого Магницкий уже не выдержал: Ченыкаева уволили, а ревизия Лажечникова вскрыла массу финансовых злоупотреблений.

Менделеев как мог помогал распутывать сложный клубок, сочетая это и с обустройством кабинетов, и с ремонтом здания. В гимназии не оказалось учителей математики и словесности (их ведь разогнали), и Ивану Павловичу самому пришлось вести уроки и принимать экзамены. Любопытно имя одного из юных учащихся — Коля Зинин, будущий великий химик-органик, поступивший в эту гимназию в первый набор.

Второй фронт — пресловутые частные пансионы. В отчете от 1 апреля 1824 года Менделеев пишет о 20 лицах, которые «ни по нравственным качествам, ни по степени образования» ему неизвестны. Один из них — подполковник Палагейко, подает на директора встречные жалобы, защищая недочет Военно-сиротского приюта, которые сами дают уроки под прикрытием местного гарнизона.

Третий фронт — уездные училища, их надо лично объехать. Выяснилось: в Камышине школа хоть как-то работает, а вот в Царицыне училище сгорело, в Вольске же его надо создать с нуля. Генерал Ичков из Царицына предложил министру выкупить под шко-



*Саратовская гимназия
тогда и теперь*



ПОРТРЕТЫ

лу его дом, почти все согласовано. Менделеев, однако, не согласился, поскольку он «частным и неприметным образом» обнаружил, что дом Ичкова далековат («где-то за оврагом»), печи и стены плохи, а смотритель училища — доверенное лицо продавца Ичкова. В Вольске еще хуже: училище вроде бы объявили открытым, а учеников почему-то нет. Под школу «пожертвовал» свой дом купец Матросов, за что его пытались даже представить к медали. Менделеев же увидел, что стекла выбиты, стены треснули (купец чинить отказался), а учителя полуграмотны. Лишь через полгода «щедрый даритель» согласился на ремонт «подарка», и еще через год начались уроки.

Казалось бы, что еще, кроме глубочайшего уважения, может вызвать этот неполный перечень трудов и забот нового директора? И вдруг, как гром среди ясного неба, ревизия Магницкого в саратовской гимназии в октябре 1825 года, завершившаяся внезапным увольнением И.П. Менделеева с директорской должности. Долгое время вся эта история была окутана тайной. В чем дело? Оказывается, существует самое настоящее «Дело» об увольнении директора Менделеева, пролежавшее в казанских архивах без малого два века и обнаруженное совсем недавно историком В. Софроновым. Эти материалы еще ждут своей публикации.

С разрешения историка мы лишь вкратце очертим сюжет. Честный директор, разбираясь с запутанными финансами предшественника, внезапно обнаружил, что одна из недостач связана вовсе не со злополучным Ченыкаевым, а... с его ревизором, Лажечниковым. Эта новость вызвала ярость Магницкого, активно продвигавшего «ревизора» по службе. Месть попечителя была быстрой и жестокой: все списали на Ченыкаева, а Менделеева решили убрать куда подальше и при ревизии предъявили множество обвинений — от нечистоты в гимназии и пансионе до плохого преподавания закона Божьего. Масла в огонь при проверках подлил один из учителей, адъютант Миллер, мечтавший о кресле директора. Итог — предписание Менделееву проситься о переводе в Вятку либо Пензу «по состоянию здоровья», и назначение Миллера в должности и. о. директора. Иван Павлович, однако, под давлением жены, предпочел просить о переводе в Тобольск. Дата его заявления (декабрь 1825 года).

Как известно, в России в тот краткий период сменился монарх и многие министры. В мае 1826 года Магницкий был отстранен и сам попал под суд; его решение по Менделееву, которого пока заставляли разбирать архив, не утвердили, но и Миллеру сохранили пост. Возник новый конфликт, теперь двух директоров: начались доносы и взаимные обвинения с переходом на личности, запахло дуэлью. Менделеев обратился за защитой к губернатору Панчулидзеву, что было расценено как наглость Казанским ученым советом, на котором Фукс и Эрдман поддержали Миллера, а бывший ректор Никольский — Менделеева. Губернатор за хищения сам попал под суд. Трагедия усугубилась, когда в 1826 году умерла любимая старшая дочь Менделеевых Мария, а незадолго до этого — еще и преданная няня, на которой держался весь быт семьи. Кошмар длился два года. Итоги ревизии Эрдмана, когда-то благоволившего тобольскому учителю, увы, полны упреков в адрес Менделеева. Лишь к концу 1827 года Иван Павлович дождался желанного перевода в Тобольск. В этот период Мария Дмитриевна родила седьмого ребенка, тоже Марию (младшую), и к февралю 1828 года семья вернулась в Сибирь.





Скрипучая хибарка



Екатерина Медведева

Не ненавижу осень. Мерзкая, слякотная пора. Только высунешь нос из дому, как тут же тебя продует, промочит, исхлещет ледяным ветром. Продрогшие деревья, чавкающий мох, вязкая грязь тропинок. И небо — низкое, провисшее, как старый продавленный матрас. Постоянно сыплется с этого матрасного неба сырая труха. Еще пару подобных дней — и я не выдержу. Заведу часы и уйду отсюда. Вот только Клякса огорчится, когда некому станет ловить для него рыбу. Но потом привыкнет к одиночеству, к погасшему очагу, одичает и превратится в лесного хищного кота.

Словно услышав мои невеселые мысли, Клякса завозился за пазухой.

— Сиди-сиди, скоро уже придем!

Эх, все же грустно будет оставить его одного в холодном предзимнем лесу...

Ветер совсем сошел с ума. В лицо полетели грязно-бурые листья. Скомканные тучи лениво ползли по своим делам, а я полз по своим, промокший до нитки, злой, как собака. Даже как две — голодные, злые дворняги. Впрочем, в отличие от дворняг, у меня было какое-никакое жилье. Затоплю печку, обсушусь, горячего попою. Конечно, если продуваемая всеми ветрами хибарка позволит мне развести огонь.

Дверь хибарки отворилась с противным скрежетом. Клякса тут же отправился обходить территорию. Чиркая спичку за спичкой, я посмотрел на часы. Нет, стрелки все там же — без четырнадцати восемь. И пока не подкручу ключом пружину, время будет стоять.

Клякса требовательно мяукнул. Молока бы ему сейчас или кусок печенки.

— Ну что ты смотришь? — Я развел руками. — Лови мышей, друг мой!

Кот посмотрел на меня, будто хотел что-то сказать. Но не сказал, конечно. Уж на что странным был здешний мир, но животные тут не разговаривали.

Я погрел руки перед огнем, развесил около печки мокрую одежду. За стеной слышался размеренный стук. Это соседи забивали гвоздь за гвоздем. Наверно, развешивали семейные фотографии. А может, гербарий. Рамочки, травинки, витиеватые подписи. Первое время, услышав шум, я выбегал на улицу, кричал, звал. Я искал людей, которые производили все эти звуки. Но не сразу до меня дошло, что хоть соседи были отлично слышны, но при этом они не существовали. Именно так, не существуя, они звонко шлепали мухобойкой, играли гаммы на пианино, кололи дрова, выбивали ковер — постоянно, днем и ночью. Я забыл, что такое тишина.

В котелке закипела вода. Мой так называемый чай. Еды никакой не было. Завтра нужно бы сходить на озеро, проверить снасти. Или поохотиться, что у меня никогда особо не получалось.

Когда я проснулся утром, часы показывали все то же — без четырнадцати восемь. На полу лежали широкие солнечные дорожки. Солнце? Здесь? Я встал босыми ногами в теплый желтый квадрат. Хорошо! Кляксы не было видно — наверно, ушел по своим делам. Хибарка поскрипывала, за стеной соседи мыли посуду, лилась вода, звенели тарелки, громыхали кастрюли. Сквозь окно

вплывал сочный аромат отбивных с чесноком. Несуществующих отбивных. Я знал, что за окном не найду ничего, поэтому просто вдыхал и наслаждался.

Вышел из дому, дверь привычно затрещала, звякнули стекла в кривых окнах. Но тут же пришло время удивлений: я запнулся, недоуменно озираясь. Где лужи и грязь? Что стало с опавшей листвой? Куда делись за ночь толстые тучи? Вместо них над головой сияло высокое синее шелковое небо. Шелковое? Упаси меня Бог так думать! Не моя мысль, чужая. Определенно чужая. А это означает только одно: здесь появился посторонний. Этого еще не хватало! Это мой лес, мое озеро, мое одиночество и моя непогода. Хотите золотой осени — ищите незанятое местечко.

Широким сердитым шагом я добрался до опушки. Вроде все знакомое: буреломы, колючки, молодые рябинки и столетние сосны, протыкающие верхушками небо. Но это был не тот хмурый лес, к которому я привык. Его, старого и облупленного, словно облили золотой краской в мастерской антиквара, сделали произведение искусства и выставили на продажу. И я бы, пожалуй, купил его, да только он и так был полностью в моем распоряжении. Листья берез и осин дрожали сухими резными сердечками, в вереске виднелись шляпки грибов. По второму разу цвела ежевика, и пчелы кружились над редкими цветами, белевшими вперемешку с сизыми, водянистыми ягодами.

Во мне нарастало удивление. Сколько живу здесь — не помню ни одного солнечного дня. Кто же устроил тут бабье лето? Даже возникла мысль вернуться домой за лукошком и набрать грибов, сделать запасы на зиму. Запасы? На зиму? Да на какую зиму, когда этот мир прочно застрял в осени? Это уж слишком. Я замедлил шаг и прислушался. Между гудением пчел и стуком дятла смутно проскальзывала чья-то болтовня.

Поразительно, она даже не услышала, как трещат сухие ветки у меня под ногами. Не оглянулась, когда я кашлянул. Не вздрогнула в ответ на мой оклик. Глухая, что ли? Она болтала с кем-то, напевно произнося слова высоким голосом и временами посмеиваясь. Длинные светлые волосы, платье-распашонка. Откуда здесь взялась девчонка? И с кем это она говорит? Однако! Она держала на руках моего Кляксу! Этот предатель развалился у нее на коленях пузом кверху, раскинул лапы и бессовестно тарыхтел.

— Ах ты, мой сладкий, ах ты, мой черный, кисонька ты моя, — сюсюкала девчонка.

Меня взяла досада. Что ты за хищник, если подставляешь живот врагу? Нет, не выживет он без меня в лесу — слишком доверчивый.

— Клякса! — рявкнул я, но кот, давно заслышавший мое приближение, никак не отреагировал. Даже из вежливости ухом не дернул. Зато девчонка запнулась, вздрогнула всем телом (накопец-то!) и подняла на меня глаза. Голубые, шелковые, под стать сегодняшнему небу.

— Твой котик? — улыбнулась она и встала.

Я раскрыл было рот, чтобы сказать какую-нибудь колкость, и замер. Потому что у девчонки был просто огромный живот. Все, на что меня хватило, — это взять кота и постараться насупить брови.

Нет, я не испытываю патологической страсти к беременным женщинам, но привык относиться к ним уважительно. Ведь когда-то и моя мать испуганно прикрывала руками живот, оберегая в нем меня.

Солнце припекало, от земли поднимался горячий запах травы, грибов, вереска. Я смотрел на девчонку. Ветер раздувал ее растрепанные волосы, шевелил дурацкие оборки на платье. Может, ее появление здесь — знак того, что мне пора уходить? Вот вернуться сейчас домой и заведу часы. Только сперва нужно наловить рыбы для кота, ему ведь тут жить.

Всю дорогу до озера Клякса расслабленно провисел у меня на шее черным теплым воротником, а у самой воды спрыгнул и скрылся в камышах. Была у него забава — лягушек пугать. Правда, какие лягушки поздней осенью? А сейчас — вон, сидят, спинки солнцу подставили.

Вытягивая сетку, я чувствовал, что добычи много. Коптильню бы устроить, запастись впрок. Да зачем мне это надо? Я человек свободный, сегодня вечером уйду и не вернусь. А лещи попались на загляденье, один крупнее другого. Может, не заводить пока часы да как следует приготовить рыбу? Испечь в листьях, например, или уху сварить. Мешок лука в Скрипучей хибарке был, да и пряности какие-то, по мешочкам рассыпанные, я видел, только готовить желания не было.

За ольхами невдалеке мелькнуло розовое платье. Опять она! Подошла утиной походкой, с сумочкой через плечо. Прикрыла ладонью глаза от солнца, загляделась на другой берег.

— А что там?

— Черничник, — злорадно сказал я. — И картофельное поле.

На самом деле там ничего этого не было. Только грязь, пустошь да голые усталые деревья.

— Картошки хочется. — Девчонка перевела взгляд на камыши. — Давай сплавим?

— А лодки нет, — ехидно сказал я.

Она принялась шарить взглядом по ольшанику и черноталу, заплетшим берег.

— Должна быть, — проговорила она задумчиво. — В таких местах всегда прячутся лодки. Пойду поищу.

В таких местах всегда прячутся ужи. Иди, иди. Найдешь много грязи, комаров и, если повезет, толстую страшную змею. Девчонки ведь боятся всего ползучего. Мне очень захотелось услышать ее испуганный визг. Просто ужасно захотелось.

— Помоги мне! — донеслось из кустов.

Продравшись через сухие плети хмеля, паслен и выюнки (как, спрашивается, она прошла здесь?), я изумленно уставился на лодку. Старая, рассохшаяся, но подтекает вроде не сильно. И весла на месте. И веревка, которой лодка привязана к серому, кривому стволу ольхи. Пришлось отвязывать, оттащить, садиться на весла и грести. Из камышей с треском выскочил Клякса: как это, хотели углыть без него!

— Киса, киса! — сразу засюсюкала девчонка. Она уже устроилась на корме, расправив платье, положив на колени розовую сумку. Боже, и туфли у нее розовые, с цветочками!

Кот живо запрыгнул в лодку. И мы отчалили.

Самое смешное, что на том берегу, за прибрежным песком и березками, на самом деле оказалось картофельное поле. А неподалеку, среди старых сосен и папоротников, — черничник. Эх, надо было пивоварню придумать. Или хотя бы бакалейную лавку, с крупой и сахаром. У девчонки на удивление сильное воображение. Практически все, что она хотела, сбывалось здесь. Вернемся в Скрипучую хибарку — попрошу ее поискать банку с кофе. Стоп! Что значит вернемся? Расслабившись на солнышке, я чуть не пригласил девчонку к себе домой!

— Ну что, остаешься здесь? — спросил я. — Собирай чернику, копай картошку — в общем, живи в свое удовольствие. Этот берег твой, а тот — мой.

Она посмотрела мне в глаза. Неуклюже присела и стала рвать

ягоды. Меняхватило, может, на полминуты, а потом я отправился на поле в поисках лопаты. И уже не сомневался, что найду.

Обратную дорогу девчонка молчала — и в лодке, и по пути от озера до хибарки. Я тащил картошку и кошелку с уловом, а она размахивала сумочкой и вертела головой, разглядывая вереск, березняк, сизые ягоды можжевельника и плющ, выющийся по стенам хибарки. Плющ? Откуда здесь плющ? Вчера еще были подгнившие, поросшие зеленым мхом стены. Того гляди, завтра еще розы появятся, дорожка, посыпанная песком, — сказочный домик из детской книжки-раскраски.

Скрипучая хибарка, кстати, была не меньше меня удивлена появлением новой растительности: то и дело она сбрасывала упрямые побеги, словно отряхивалась от приставшего мусора. Но плющ цеплялся усиками, выпускал новые листочки-звездочки и карабкался выше и выше, угрожая заплести окна и заткнуть трубу. Хибарка поскрипела-поскрипела и смирилась. Издав очередной ужасающий звук, отворилась кособокая дверь, и девчонка вошла внутрь.

— Ой, как здесь уютно! — воскликнула она. Бросила сумку на кровать и принялась обследовать территорию — ну точно, как кошка. Сунула нос во все дыры, открыла посудный шкафчик, заглянула в полотняные мешочки с пряностями, приподняла крышки закопченных котелков. А я рассматривал круглые дамские часики, выпавшие из ее сумки. Браслетик-цепочка, трещины по стеклу, замершие стрелки показывают без четырнадцати восемь.

Вот оно что.

— Значит, и ты? — проговорил я, подбрасывая часики на ладони.

Она подняла на меня глаза. Уже не кукольно-голубые, подсвеченные солнцем, а холодные серые глаза. Взрослые. Интересно, много ли она помнит?

— И я. Только видишь, что получилось, — сказала она тихо. — Давай ужинать.

— Тебя как зовут-то? — спросил я почти вежливо.

— Ася. А ты помнишь свое имя?

Я не помнил, не помнил ни-че-го. Так уж вышло — я жил исключительно настоящим. Многие люди сочли бы это счастьем.

Соседи играли на пианино, в окнах розовело, печка постреливала искорками. Я скреб и потрошил лещей, Ася чистила картошку, Клякса гонял по полу золотистую круглую луковку. Потом все это — рыба, картошка, лук, приправы — булькало и кипело в котелке. Господи, как давно я не ел ничего подобного! Выпив кофе (удивительно, нашлась целая банка на печке!), мы посидели, молча глядя на огонь, помолчали каждый о своем. И конечно, я не завел часы. Даже не вспомнил о них.

Когда девчонка улеглась спать на единственную кровать в хибарке, мы с Кляксой отправились во двор. Растянулись на охапке веток и смотрели на небо. В небе что-то возилось, шуршало, скреблось, подрагивали звезды. Клякса поводил ушами, прислушиваясь к ночным шорохам. Полежал со мной немного и сбежал на охоту. А я уснул, и мне, как обычно, ничего не снилось.

А утром меня разбудил запах. Одурманивающий сладкий запах оладий с яблоками. Соседи пекли их на завтрак по воскресеньям. Ну, это я так решил, что по воскресеньям, ведь никакого времени и календаря тут не было в помине.

На пороге мне встретился Клякса. Хвост жизнерадостно задран, в зубах — половина олады. Ася за столом пила кофе. Перед ней на огромном блюде дымилась гора пухлых желтых оладушек. Ароматных. Горячих. Настоящих! Но ведь в доме не было яиц, муки и всего остального! Как ей это удалось?

— Где взяла? — еле произнес я. Нелегко говорить с набитым ртом. А тут еще и сметана оказалась в белом соуснике, густая, холодная.

— Там, за окном, — махнула она рукой. — Соседи угостили.

Я чуть не подавился.

— Какие еще соседи?

— Ну те, что вчера Шопена играли, — пожалала плечами Ася.

Меня взяла досада. Пока я вдыхал ароматы и глотал слюнки, убеждая себя, что мне ничего не светит, Ася просто протянула руку и взяла то, что ей хочется. Почему я сам до этого не додумался?

— Ты слышал? Ночью в небе кто-то копошился, ворочался, — сказала она, и в ее глазах мелькнул страх.

— Тут такое часто бывает. Иногда сверху и труха сыплется, ветки сухие, косточки.

— Чьи косточки? — подскочила она.

— Вишневые.

Ну и трусиха! Небось думает, что небо — это нечто наподобие антресолей, где может поселиться страшное косматое чудовище. С клыками, острыми когтями, хищное и кровожадное. Но я спохватился: как бы не напридумать лишнего. И тут же, подтверждая мое опасение, в воздухе раскатился зловещий, утробный рык. Сразу домой прибежал Клякса. Хвост метелкой, шерсть на хребте вздыбилась — то ли драться собрался, то ли прятаться.

— А это чудовище может спуститься к нам? — дрожащим голосом спросила Ася.

— Может, — сердито ответил я. — Более того, спустится довольно скоро.

— Как?

— По лестнице!

Она недоверчиво улыбнулась.

— Я не шучу. — Возмутительно, ничем ее не возьмешь! — Так что садись в лодку и спасайся за озером. Чудовище не умеет плавать.

— Зачем ты это говоришь? Я не боюсь. И останусь здесь.

Словно доказывая свою храбрость, она взяла лукошко и отправилась в лес. Клякса за ней. Что мне оставалось делать? Я прихватил со стола нож и побрел по грибы. Семейки белых, маслята с налипшей на кожицу хвоей, красные шапки подосиновиков. Удивительно, как быстро переключается сознание с размышлений на поиски. Стреляешь глазами туда-сюда, прицениваешься к очередной коричневой шляпке — съедобная? несъедобная? — и голова становится прекрасно-пустая, в отличие от корзины.

Насвистывая мотив какой-то песенки, я обшаривал траву, мох и опавшие листья, заглядывал под сосновые лапы. Солнце мигало сквозь редкую листву. Идиллию нарушал только грохот, изредка доносившийся сверху. Глупое чудовище, грохочи не грохочи, еды тебе все равно не достанется! Заведу часы и уйду. И ты, обиженное и голодное, обдирая коленки, покарабкаешься обратно на небо.

Неведомый небесный житель был здесь с самого начала. Когда я очнулся в Скрипучей хибарке, рядом сидел Клякса, в печи горел огонь, за окнами лил дождь, и изредка кто-то завывал в небесах, уныло и протяжно. Когда выдавались сухие пасмурные дни и переставало капать, из-за облаков доносились странные звуки: скрежет когтей, фыркание, стук. И оттуда сыпался мусор. А однажды ночью мне почудилось, будто кто-то с шумом втягивает воздух, принохивается, ищет, чем бы поживиться. Клякса в ту ночь порядочно струсил: наверно, ему примерещился гигантский злобный пес — пожиратель мелких домашних любимцев.

Все мои страхи кончились, когда я сел и, старательно подумав, понял: да ведь не спустится чудовище сюда, никак! Прыгать — слишком высоко, а крыльев у него нету. Не-ту! Так что пусть обливается и принохивается сколько угодно, все равно ему сюда не попасть!

А сегодня я зачем-то разрушил защиту — лестницу какую-то приплел. Ну и ладно. В конце концов, это мой мир. Что хочу, то и говорю.

К хибарке мы подошли одновременно: я — с полной корзиной грибов, Ася с лукошком ярко-красных ягод и букетом желтых цветов. В ответ на мой недоуменный взгляд она деловито пояснила:

— Это шиповник. Очень полезно, витамины, зимой будем заваривать. А это, — она потрясла желтыми цветами, — пижма. — Мне это абсолютно ничего не говорило. — Пижма, — повторила



ФАНТАСТИКА

она и посмотрела на меня, как на несмышленого ребенка. — Попробуй!

И я купился. Решил, что соцветия будут сладкими или хотя бы кисленькими. Скривился, долго отплевывался.

— Гадость! Если хоть раз это заваришь, выброшу из дома и цветы, и тебя.

— Ее не заваривают, ее от глистов едят, — пояснила злодейка, отсмеявшись. — И для аппетита.

Следующий час мы не разговаривали. Сидели на лавке рядышком и перебирали, скребли, чистили. Белые нанизали на нитку и повесили на печку сушиться, остальные пожарили с луком. К ним бы хлеба!

— Очень хлеба хочется, — сказала Ася, попробовав грибы. — Где у нас хлеб?

Я вовремя сообразил промолчать, и вскоре огромный душистый каравай отыскался в холщовом мешочке на печи. Да, от девчонки-то больше пользы, чем вреда.

После еды мне хотелось спать. Ася тоже сидела разморенная, поглаживала живот и словно к нему прислушивалась. А ведь рано или поздно она рожать соберется. И кому же принимать роды?

По коже побежали мурашки, когда я представил себя в роли акушера. Может, к тому времени материализуются соседи? Пожилая пара, муж-охотник каждую неделю приносит домой мясо, а жена всю жизнь проработала повитухой, а?

За стеной послышалась музыка. Ася закрыла глаза и с улыбкой слушала, а я размышлял. На таком большом сроке вряд ли она пыталась покончить с собой. Раз доносила почти до родов, какой смысл умирать? Значит, болезнь? Или несчастный случай? А может, ее убили?

Свою смерть я хоть смутно, да помнил. Собственно, это было единственное воспоминание, перешедшее со мной из того мира в этот. Авария. Визг тормозов. Изюм всех сил выворачивая руль и пытаюсь объехать — кого или что? — я врезался в столб. А может, в дерево, разглядеть не успел. Так и оказался здесь. И часы остановились без четырнадцати восемь. Куда же я так спешил, что даже забыл пристегнуться?

— Ты вез меня в роддом, — глухо сказала Ася.

— Что? Мы были знакомы?

Не может быть! Не забыл бы я свою жену! И кольца нет на пальце, а я носил бы кольцо, если бы женился.

— Нет, — проговорила она тихо. — Такси...

А как здесь оказался Клякса? Этого я вообще не мог понять. Я его сбил? Пытался объехать, но не получилось? Или он местный житель, проводник из одного мира в другой? Я смотрел на Кляксу, но в его янтарных глазах, уж конечно, не было ответов на мои вопросы.

В общем, стали мы жить в Скрипучей хибарке втроем. Ася справлялась с местными делами куда лучше меня. Не говоря об оладьях, мясном рагу и щедрых кусках черничного пирога, что частенько появлялись на подоконнике, она уже пару раз видела соседку, издали, со спины. Я с замиранием сердца ждал, когда в дверь постучат и на пороге появится степенная пожилая пара.

Отношения наши с Асей — то ли братские, то ли дружеские — становились все теплее. Мы ни разу не поругались всерьез. Разве

что, когда солили рыжики, поспорили насчет рецепта. Вместе бродили по лесу, вместе готовили ужин и мыли посуду. Ночи стояли холодные, и вскоре я со двора перебрался назад, в хибарку, на единственную кровать, которая — я не шучу! — стала ощутимо шире, так, чтобы хватало места и мне, и Асе, и ее большому животу. Я подтыкал ей одеяло, а она не будила меня, когда я храпел. Клякса был кем-то вроде нашего приемного кошачьего ребенка, и мы жили как обычная семья — ну, почти как обычная.

Зная, что зима не наступит, мы тем не менее всерьез готовились к ней. Варили варенье из поздней черники, сушили шиповник и дикие яблоки, над печкой висели нитки белых грибов. Ася собирала какие-то травы, связывала их в пучки и развешивала по дому. Я ловил рыбу. Мы коптили ее. Не самая лучшая пища на зиму, но другой не было. Да и, говоря откровенно, я мало верил в зиму. В этом замершем неподвижном мирке стояла вечная осень. Та самая, в которой мы так и не доехали из пункта А в пункт Б.

Порой мне приходила шальная мысль: а что, если никогда не заводить часы? Так и жить в развалюшке посреди леса, у черта на рогах, в междумирье, которое иногда казалось мне чистилищем, а иногда галлюцинацией. Но нельзя же так жить вечно. Ладно — я, а каково Асе с ее девятимесячным животом? А каково ребенку, который так и не родился той несчастливой осенней ночью?

Мы не разговаривали об этом. Точнее, мы об этом молчали.

Как-то утром Ася вышла во двор, и я услышал ее испуганный короткий крик. Выбежал и замер. Было от чего замереть. В двух метрах от хибарки стояла лестница. Прислоненная к небу.

Я-то сразу и не сообразил, что к чему. Стоял, задрал голову, и дивился на косые перекладинки, уходящие за облака. Это ж надо — стоит и не падает! Потом оглянулся на Асю — и подумал то же самое. Ее лицо было под цвет глазам, сероватое. Трясущимися руками она обнимала живот и с ужасом смотрела на меня. Вот тогда и я вспомнил свои давние слова про чудовище, которое спустится с неба.

— Ну ты и трусиха! — Я попытался придать голосу беззаботности. — Подумаешь, лесенка. Да я ее сейчас! — И толкнул лестницу ногой.

Та ни с места. Ася попробовала расшатать ее руками, но без успеха. Как будто лестница была накрепко прикручена там, наверху.

— Иди в дом, — сказал я.

А что я еще мог сказать?

Мы заперлись и весь день просидели, глядя в окно. Лестница стояла. Мы нервничали. То и дело мне мерещилась толстая лапа с когтями, которая высовывается из-за туч и проверяет лестницу на прочность. А может, первым покажется хвост?

Ася совсем расклеилась, ее трясло. И, что самое скверное, это, как в зеркале, отражалось за окном: хлестал дождь, сверкали молнии, ветер швырял в окна пригоршни листьев. Я и раньше знал, что Ася управляет здесь всем — хлебом, солью, кофейными банками, соседями и погодой, но не думал, что все настолько серьезно. Впрочем, в этом был и плюс. Своим полуобморочным состоянием, близким к истерике, она накрутила такую непогоду, что ни одно уважающее себя чудовище не сунуло бы носа вниз со своих уютных теплых облаков.

К вечеру стало совсем неладно — что внутри хибарки, что снаружи. Ася дрожала, и я обнял ее, чтобы согреть.

— Мы умрем? — спросила она.

— Ну уж дудки! Ты можешь умереть, только если заведешь часы. Пока время здесь стоит, мы живы, даже если десяток чудовищ будут глотать наши косточки.

— Кто тебе сказал? — не поверила она.

— Да никто. — Я пожал плечами. Я просто знал это с самого первого дня. Как знал и то, что кота зовут Клякса, что за лесом есть озеро, а в озере рыба. Это знание прочно сидело во мне. — И потом, я не называл бы это смертью, — сказал я, помолчав. — Один раз мы уже умерли — но на самом деле просто перешли

сюда. Кто знает, куда мы перейдем, если заведем часы? Может, там будет очередная хибарка и очередной лес.

— А может быть, не будет ничего, — продолжила Ася упрямо.

Когда она уснула, я достал часики из ее сумочки и спрятал в надежное место. Если, конечно, можно назвать надежным местом скрипучую половицу под лавкой.

А утром пропал Клякса. Уж как мы, на зависть соседям, посвистывали и цокали, гремели миской и шуршали бумажками, — все было впустую. Кот исчез. А на грязной земле у хибарки отпечатались чьи-то огромные пятипалые следы. На стене белели свежие царапины. Бог мой, да тут когти больше, чем мой нож. Судя по развороченной изгороди, чудовище ушло в лес. А значит, нам соваться туда не стоило, хотя кота было ужасно жаль. Я едва сдерживал слезы, что уж говорить об Асе.

— Клякса! Котичек! — кричала она. Потом решительно подняла с земли какой-то сук.

— Куда ты собралась? — Я едва успел схватить ее за локоть.

— За Кляксой! — заявила Ася, и я живо представил, как ребенок в ее чреве грозно сжал кулачки. Да уж, женщина-воин! Не палкой забьет, так животом затолкает.

Я взял сук из ее рук и легко переломил.

— На дрова годится. И потом: вряд ли он еще жив.

— Но вдруг он просто заблудился? — жалобно проговорила Ася. — Вдруг он сейчас сидит на дереве и зовет нас? Ты же не можешь знать наверняка!

С сомнением поглядев на свой нож, я пожал плечами. Что же, в лес так в лес. Заодно проверим, прав ли я был насчет часов и нашего так называемого бессмертия.

Следы небесного визитера были пугающе красноречивы.

Ободранная кора на старых деревьях. Сломанные на корню молодые рябинки с объединенными вершинами. Разбитые и перевернутые коряги. А может, это просто лось или медведь? Я не встречал в нашем лесу зверей крупнее белки — но если не встречал, это же не значит, что их нет?

Мы шли по следам, стараясь не шуметь. Вдруг Ася прижала палец к губам и указала на большой выворотень, закиданный еловыми лапами. Ох, как не хотелось мне соваться в это неизвестно чье лежбище. Но Ася так смотрела на меня, что я, расправив плечи, двинулся вперед. Осторожно отодвинул от входа одну еловую лапу, другую...

Когда глаза привыкли к темноте, мы увидели в углублении белоснежную шкуру. Не знаю, кто это был, но он громко сопел и, судя по всему, сладко спал. И к огромному его боку черным пятном приткнулся до боли знакомый клубок.

— Клякса! — прошипел я, моля Бога, чтобы белый зверь не проснулся.

А кот словно ждал, когда его позовут. Тут же выбрался к нам и принялся тереться о ноги. Я стоял в раздумье, переводя взгляд с белой шкуры на свой нож.

Ася покачала головой:

— Ты что! У нее детки весной нарождаются, нельзя ее убивать!

— Кого — ее?

Она пожала плечами.

Мы забросали вход в берлогу ветками и пошли домой. Клякса сидел на моем плече, как пушистая черная курица. Ася же, хитро взглянув, сказала:

— А может, там спит корова! И весной она будет давать нам молоко.

— Корова? Спустилась с неба по лестнице, грозно порычала и залегла на зиму в спячку? Ты в своем уме?

— А кто и что здесь вообще в своем уме? — произнесла Ася задумчиво.

Мы вернулись к хибарке. Лестница больше не казалась злове-

щей — стояла себе, легкомысленно прислоненная к облакам. А может... Нет, правда: залезть на небо и посмотреть, что там такое? Может, там стоят мешки со снегом. Всего-то и надо выпрыгнуть парочку вниз, чтобы сдвинуть с места застрявшую осень.

Я перевел взгляд на Асю.

— Давай, давай, тебе же хочется, я вижу, — улыбнулась она. — Ты всегда был большим мальчишкой, любителем приключений.

Я подмигнул.

— Выгляну из нашего подвальчика на верхние этажи, вдруг там жизнь получше да лещи покрупнее? — В ответ Ася кивнула. — Ты ведь справишься тут одна некоторое время?

— Конечно, — сказала она. — Я привыкла справляться одна, не волнуйся.

Махнув мне рукой, Ася побрела в хибарку, Клякса побежал следом. А я поставил ногу на нижнюю ступеньку...

Странные люди, боятся высоты. А ведь с высоты наша жизнь, мелкая, суетная, видна как на ладошке. Вон лес, темные иголки сосен, озеро-капелька. Там где-то поскрипывает хибарка-развалюшка, гуляет Клякса и Ася смотрит в окно, гадая, вернусь ли я. А правда — вернусь ли? Мною овладело странное чувство, словно бы и не мое. Там, за облаками, прятался неразведанный, сокровенный мир; может, там жили люди, стояли крепкие дома, по морям бродили корабли; а может, только деревья сыпали листву в тихие воды озер и только птичий крик раздавался над пустыми просторами. Я мог бы стать хозяином этого мира, делать, что захочу, ведь я свободен — так, как только может быть свободен умерший человек; у меня нет ни обязательств, ни привязанностей, а Ася, она ведь привыкла справляться одна, так она сказала.

Я остановился. Потряс головой. Мысли-то были и правда не мои. Уж не знаю, кому в голову приходит подобное, но я-то на самом деле думал иначе. И пусть тот верхний заоблачный мир остается другим открывателям, как неразвернутый подарок под новогодней елкой. Может, кому-то другому, то ли одинокому и бесприютному, то ли амбициозному и любопытному, этот подарок понадобится больше. А я — нет, уже не большой мальчишка. Я усталый

взрослый человек, которому нужны для жизни только дом и семья, и я чуть не забыл, что они у меня есть.

Обдирая руки, перескакивая через ступеньку, я спустился и быстро пошел в хибарку. Почему-то вдруг тревожно и темно стало на душе. Я оставил Асю одну ненадолго — но она-то думала иначе.

Слава Богу, Ася была цела и невредима. Она сидела за столом и держала в руках что-то мелкое. Ее ресницы и щеки были мокрые. Она посмотрела на меня изумленно и виновато. А потом я услышал в тишине тонюсенькое, еле слышное тиканье.

— Зачем? — простонал я.

— Без тебя... — проговорила она и отчаянно расплакалась, выронив часики из рук.

Если б я умел поправлять непоправимое. Но я не был волшебником. Поэтому я молча снял со стены свои часы и тоже завел их, а потом сел за стол рядом с Асей. Если уж решил быть с ней, то и буду, и гори оно все огнем!

Ася всхлипывала, а я был так пришиблен всем случившимся, что даже не боялся умирать. Интересно, как вообще это произойдет? Мы уснем? Потеряем сознание? Или грянет гром и весь этот мир провалится в тартарары?

— Смотри, — вдруг прошептала Ася.

Я сначала не понял, куда смотреть, и она указала на окно.

За окном шел снег. Он даже не шел, он бежал, летел, валил густыми хлопьями, засыпая тропинки, и хибарка радостно поскрипывала в предвкушении красивой белой шапки.

Ася взглянула на меня, и в ее глазах больше не было вселенской скорби. «Мы живы? И мы все еще здесь?» — говорил ее взгляд. Она отшвырнула часы и подалась было ко мне, но вдруг схватилась за живот. Я перепугался не на шутку: теперь в ее глазах была боль.

— Ничего не говори, — велел я. — Посиди, а лучше полежи, я мигом.

Ася кивнула. Я хлопнул дверью и, скрипя первым снежком, помчался вокруг хибарки. И я был твердо уверен, что пожилая соседка-акушерка уже надевает пальто и с саквояжем в руках спешит мне навстречу.



Московский Дом Книги

СЕТЬ МАГАЗИНОВ

Московский
дом
книги
рекомендует

Марк Колтун
Мир химии
М.: Просвещение,
2009



Задолго до наступления новой эры люди уже умели извлекать металлы из руд, красить ткани, обжигать глину. Они пытались объяснить превращение веществ в природе, и это в конце концов привело к зарождению химии. Эта книга об истории химии, о соперничестве и сотрудничестве человека и природы. Для детей среднего и старшего школьного возраста.

Екатерина Гнатик
Генетическая инженерия человека: Вызовы, проблемы, риски
М.: КД Либроком, 2009



Развитие генетической инженерии открывает перспективы изменить жизнь человека. Последствия внедрения этой науки могут оказаться гораздо более значимыми, чем результаты всех прежних научных и технологических прорывов вместе взятых. Данная книга посвящена философским, социальным, этическим, правовым и другим вопросам, возникающим в связи с развитием генетики человека

Хрен

Что за растение хрен? Хрен — растение семейства крестоцветных, родственник капусты, редьки и горчицы. Место его происхождения неизвестно. Одни исследователи называют Средиземноморье, другие — Южную Россию или Восточную Украину. Но сейчас хрен, культурный или одичавший, встречается практически во всех местах земного шара, пригодных для его культивирования. В нашей стране растут два вида хрена: деревенский и гулявниковый, он же луговой. Луговой хрен — сибирское растение и отличается от деревенского формой листьев и более тонкими корнями.

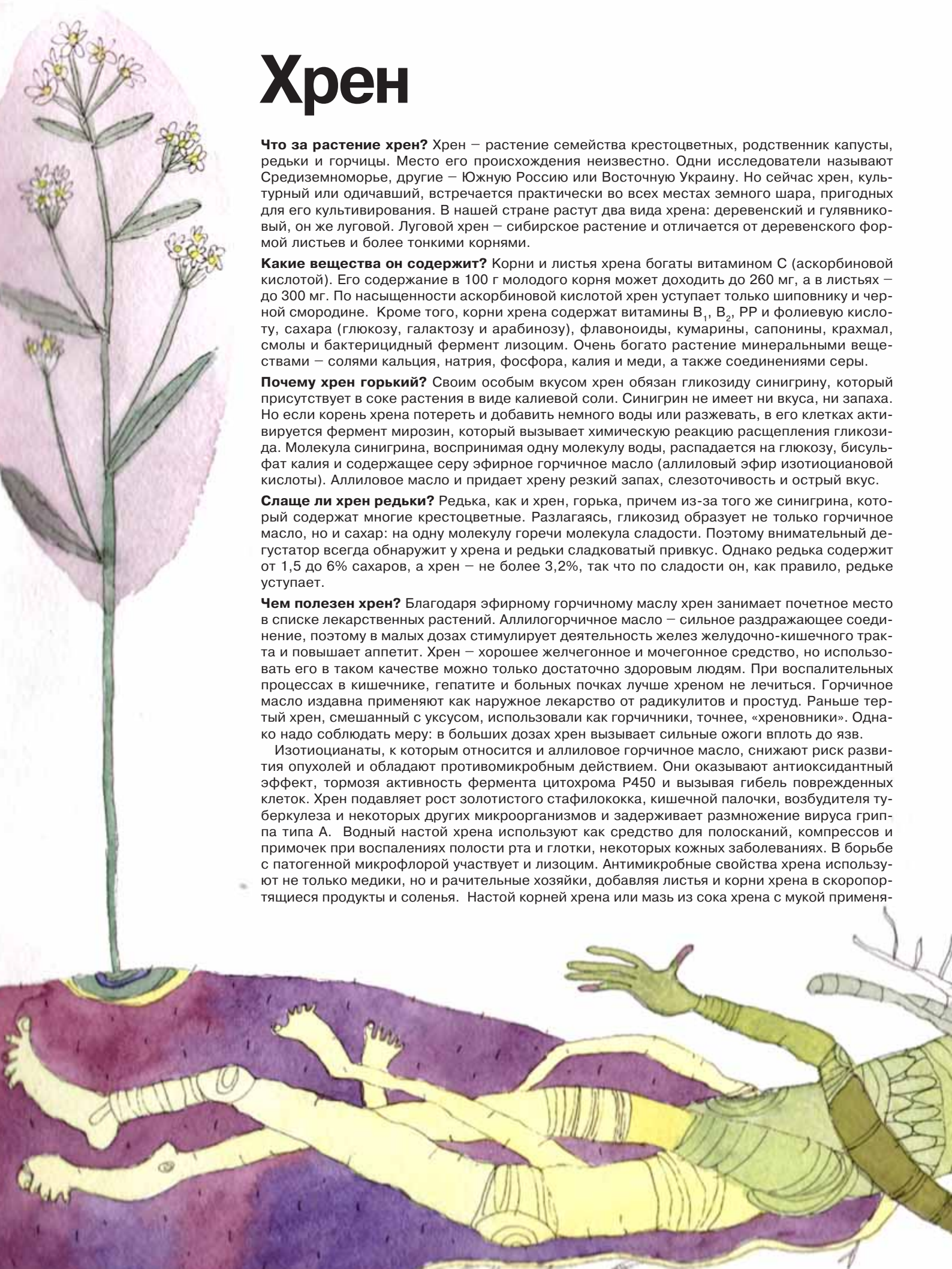
Какие вещества он содержит? Корни и листья хрена богаты витамином С (аскорбиновой кислотой). Его содержание в 100 г молодого корня может достигать до 260 мг, а в листьях — до 300 мг. По насыщенности аскорбиновой кислотой хрен уступает только шиповнику и черной смородине. Кроме того, корни хрена содержат витамины В₁, В₂, РР и фолиевую кислоту, сахара (глюкозу, галактозу и арабинозу), флавоноиды, кумарины, сапонины, крахмал, смолы и бактерицидный фермент лизоцим. Очень богато растение минеральными веществами — солями кальция, натрия, фосфора, калия и меди, а также соединениями серы.

Почему хрен горький? Своим особым вкусом хрен обязан гликозиду синигрина, который присутствует в соке растения в виде калиевой соли. Синигрин не имеет ни вкуса, ни запаха. Но если корень хрена потереть и добавить немного воды или разжевать, в его клетках активируется фермент мирозин, который вызывает химическую реакцию расщепления гликозида. Молекула синигрина, воспринимая одну молекулу воды, распадается на глюкозу, бисульфат калия и содержащее серу эфирное горчичное масло (аллиловый эфир изотиоциановой кислоты). Аллиловое масло и придает хрену резкий запах, слезоточивость и острый вкус.

Слаще ли хрен редьки? Редька, как и хрен, горька, причем из-за того же синигрина, который содержат многие крестоцветные. Разлагаясь, гликозид образует не только горчичное масло, но и сахар: на одну молекулу горечи молекула сладости. Поэтому внимательный дегустатор всегда обнаружит у хрена и редьки сладковатый привкус. Однако редька содержит от 1,5 до 6% сахаров, а хрен — не более 3,2%, так что по сладости он, как правило, редьке уступает.

Чем полезен хрен? Благодаря эфирному горчичному маслу хрен занимает почетное место в списке лекарственных растений. Аллилогорчичное масло — сильное раздражающее соединение, поэтому в малых дозах стимулирует деятельность желез желудочно-кишечного тракта и повышает аппетит. Хрен — хорошее желчегонное и мочегонное средство, но использовать его в таком качестве можно только достаточно здоровым людям. При воспалительных процессах в кишечнике, гепатите и больных почках лучше хреном не лечиться. Горчичное масло издавна применяют как наружное лекарство от радикулитов и простуд. Раньше тертый хрен, смешанный с уксусом, использовали как горчичники, точнее, «хреновники». Однако надо соблюдать меру: в больших дозах хрен вызывает сильные ожоги вплоть до язв.

Изотиоцианаты, к которым относится и аллиловое горчичное масло, снижают риск развития опухолей и обладают противомикробным действием. Они оказывают антиоксидантный эффект, тормозя активность фермента цитохрома Р450 и вызывая гибель поврежденных клеток. Хрен подавляет рост золотистого стафилококка, кишечной палочки, возбудителя туберкулеза и некоторых других микроорганизмов и задерживает размножение вируса гриппа типа А. Водный настой хрена используют как средство для полосканий, компрессов и примочек при воспалениях полости рта и глотки, некоторых кожных заболеваниях. В борьбе с патогенной микрофлорой участвует и лизоцим. Антимикробные свойства хрена используют не только медики, но и рачительные хозяйки, добавляя листья и корни хрена в скоропортящиеся продукты и соленья. Настой корней хрена или мазь из сока хрена с мукой применя-



ют для выведения веснушек, пятен и уменьшения чрезмерного загара. Маски из хрена и яблок хороши при вялой и пористой коже.

Как правильно готовить хрен? Приправу из хрена надо готовить так, чтобы не растерять его полезные свойства. Главный витамин хрена, аскорбиновая кислота, разрушается в измельченных корнях за час. Горчичное масло, придающее ему вкус, тоже быстро выдыхается, к тому же оно неустойчиво к нагреванию. Кислая среда защищает витамин С от окисления, несколько стабилизирует летучие соединения, но может заглушить вкус продукта. Все эти особенности и определили правила приготовления хрена. Корень рос в земле, поэтому его нужно очистить. Делать это стараются всухую, чтобы не «вымывать» вкус, и только в крайнем случае ополаскивают под струей холодной проточной воды.

Затем хрен быстро натирают на мелкой терке небольшими порциями и перекладывают готовую кашу в стеклянную или фарфоровую баночку с крышкой. На дно заранее наливают немного холодной воды, чтобы хрен не выдыхался на открытом воздухе.

Натертый хрен нужно развести до консистенции густой каши, и делать это лучше подкисленной жидкостью. В качестве подкислителя подойдут цедра лимона, лимонный сок или 1%-ный ароматизированный уксус. Затем хрен немного подслащивают и солят по вкусу. Перед подачей на стол его полагается развести сметаной. Это и есть традиционная приправа – русский столовый хрен. К сожалению, он хранится не более 8 – 12 часов, поэтому его готовят непосредственно перед подачей на стол.

Чтобы хрен дольше сохранял остроту, его стали разбавлять не лимонным соком, а 3%-ным уксусом. Эти кулинарные новшества пришли к нам из Польши и Белоруссии. Однако, по мнению знатоков, уксус заглушает «забористость» хрена и его сладковатый привкус и сообщает ему кислоту и остроту. Поэтому разводить хрен 3%-ным, а особенно 9%-ным уксусом некоторые кулинары не советуют. И ни в коем случае не следует наливать в тертый хрен горячую воду – он сразу выдохнется.

Зато хрен можно смело разводить уксусом, если из него готовят настойки для медицинских целей для наружного применения. В этом случае вкус не важен.

И еще одно замечание. Что бы мы ни готовили из хрена, его необходимо натереть. Это мучительная, но неизбежная процедура. Если есть возможность, ее следует поручать простуженному члену коллектива. Пока он будет, обливаясь слезами, дышать эфирным горчичным маслом, глядишь, и простуда его пройдет.

Как правильно хранить хрен? Качественный столовый хрен можно приготовить только из сочных корней. Если они засохнут, их уже не натереть. Конечно, хрен можно замочить, и он снова станет упругим, но свой неповторимый вкус утратит. Поэтому корни важно хранить правильно. Их укладывают так, чтобы они не касались друг друга, в ящик с чистым песком. Наилучшая температура для хранения от 0 до 1°C при относительной влажности воздуха 85–90%. Раз в неделю песок сбрызгивают водой, чтобы он был чуть-чуть влажным. Тогда хрен сохранится сочным и свежим в течение всего года.

С какими продуктами сочетается хрен? Поскольку хрен нестойк к нагреванию, его подают только к холодным блюдам или же добавляют в теплые соусы и блюда непосредственно перед подачей на стол.

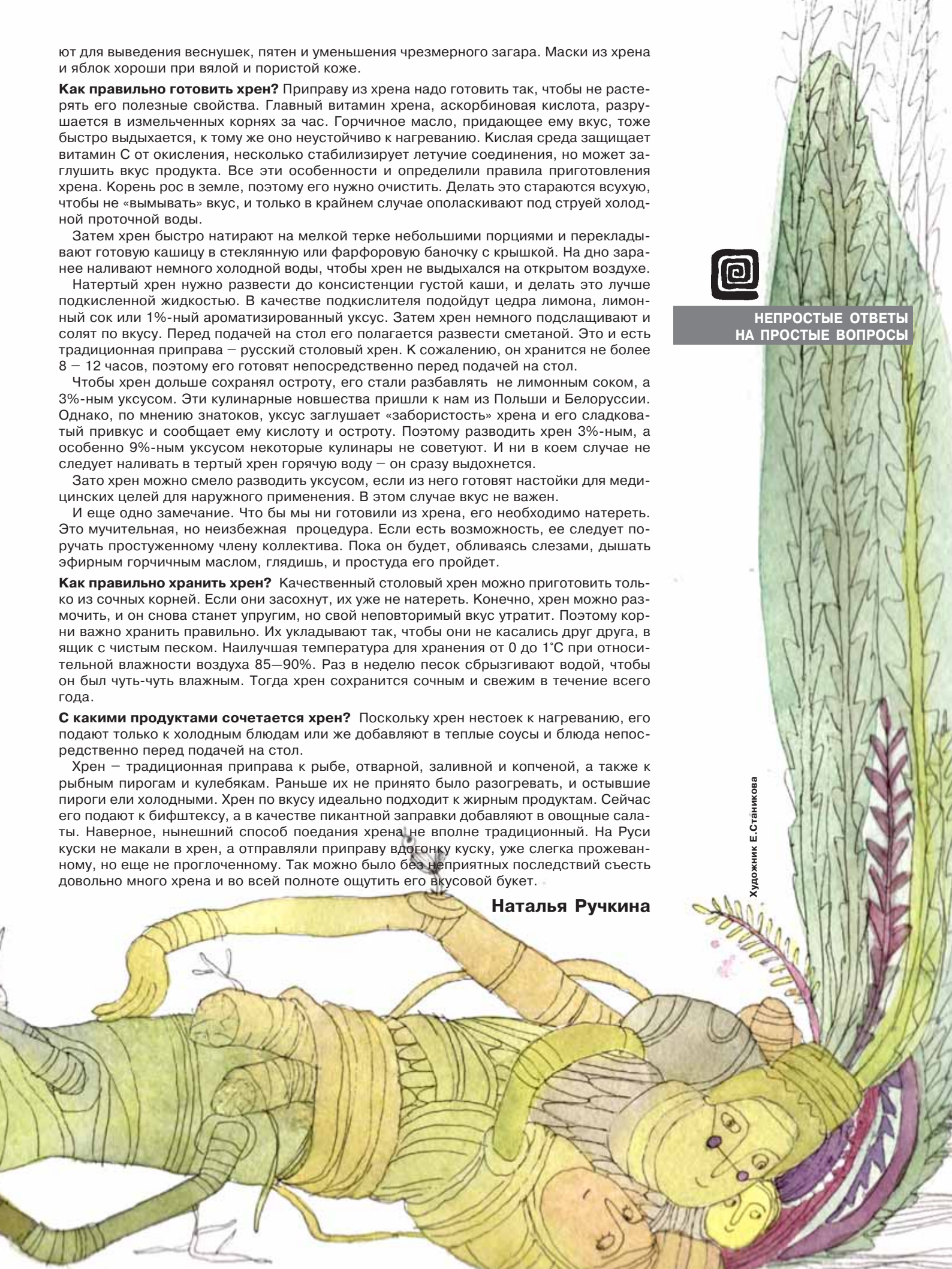
Хрен – традиционная приправа к рыбе, отварной, заливной и копченой, а также к рыбным пирогам и кулебякам. Раньше их не принято было разогревать, и остывшие пироги ели холодными. Хрен по вкусу идеально подходит к жирным продуктам. Сейчас его подают к бифштексу, а в качестве пикантной заправки добавляют в овощные салаты. Наверное, нынешний способ поедания хрена не вполне традиционный. На Руси куски не макали в хрен, а отправляли приправу вдогонку куску, уже слегка прожеванному, но еще не проглоченному. Так можно было без неприятных последствий съесть довольно много хрена и во всей полноте ощутить его вкусовой букет.

Наталья Ручкина



**НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ**

Художник Е. Станискова





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Менеджер с озера Уобегон

В середине пятидесятых американский сатирик Гаррисон Кейлор придумал смешной мир. Его обитатели населяли берега озера Уобегон и были, как бы помягче выразиться, врунишками с завышенной самооценкой, то есть действовали по принципу «сам себя не похвалишь — никто тебя не похвалит». Мужчины там все были как на подбор, и женщины прекраснее всех в мире, ну а дети — так просто гении. С тех пор термин «эффект озера Уобегон» вошел в социологическую практику для обозначения общества, которое погрязло в лести.

Именно этот эффект профессор Скот Шэфер со своей помощницей Рэйчел Хейс из университета Юты и решили применить для объяснения высоких заработков руководителей компании («The Journal of Financial Economics» за март 2009 года). В самом деле, в связи с разразившимся осенью 2008 года кризисом действия руководителей компаний во всем мире выглядят самоубийственно: не смотря на то, что их стараниями компании доведены до разорения и выстроились в очередь за господдержкой, они продолжают платить себе баснословные зарплаты и премии. Что, естественно вызывает негодование у простых граждан в соответствии с максимой Высоцкого: «у их денег куры не клюют, ну а у нас на водку не хватает».

Оказывается, в этих действиях есть глубокий экономический смысл. Предположим, наймет компания руководителя и положит ему годовой оклад в жалкий миллион долларов. Как это воспримут покупатели акций? Они сразу решат, что человек, согласившийся работать за сущие копейки, вряд ли обладает необходимой квалификацией. И вообще, компания, не способная нанять кого-то стоящего стоит на грани разорения. Решив так, они перестанут покупать акции со всеми вытекающими последствиями. Иное дело оклад в сотню миллионов, пусть даже все знают, что этот руководитель ни на что не способен: компания стабильна, ее акции стоит покупать. И может так сложиться, что от продажи акций удастся выручить гораздо больше, чем пошло на зарплату руководителя. Вот так, лстя самим себе, компании и стараются предохраниться от кризиса.

С.Мотыляев

Пишут, что...



...представлен алгоритм расчета параметров маневров, обеспечивающих «относительное» поддержание конфигурации спутниковой системы на круговых орбитах («Космические исследования», 2009, т.47, □ 1, с.48—54)...

...изготовлен мини-завод, занимающий площадь 2,5 на 6 м, который перерабатывает изношенные автомобильные шины в мелкодисперсный порошок («Экология и промышленность России», 2009, □ 1, с.4—5)...

...повышение температуры в зоне сжигания попутного газа способствует росту сосны обыкновенной («Экология», 2009, □ 1, с.3—8)...

...для предотвращения глобального потепления предлагалось, в частности, выбросить в космос 600 тысяч тонн серосодержащих аэрозолей, отражающих солнечное излучение («Почвоведение», 2009, □ 2, с.134—143)...

...впервые проведено облучение бериллов гамма-радиацией остановленного реактора с целью придания им ювелирной окраски, при этом получены образцы различных цветов без наведенной активности («Неорганические материалы», 2009, т.45, □ 2, с.199—204)...

...наиболее перспективным методом экспериментальной доставки генетического материала в нервные клетки представляются транспортные системы, полученные на основе лентивирусов, в том числе ВИЧ («Журнал высшей нервной деятельности», 2009, т.59, □ 1, с.3—14)...

...светочувствительный белок ChR2, он же каналородопсин и мембранный родопсин, найденный в зеленых водорослях, поможет выявлять структуру нейронов коры головного мозга («Nature», 2009, т.457, □ 7233, с.1055, 1142—1145)...

...на арктическом архипелаге Свальбард найден череп 15-метровой хищной морской рептилии возрастом 147 млн. лет; предполагается, что это до сих пор неизвестный вид плиозавра («New scientist», 2009, □ 2700, с.5)...

...высокая фенотипическая пластичность организмов может способствовать эво-

люции, компенсируя неблагоприятные в конкретных условиях мутации и тем самым позволяя им сохраниться («Журнал общей биологии», 2009, т.70, □ 1, с.3—9)...

...из грудного молока здоровых женщин выделены бифидобактерии и их ДНК, подтверждено, что именно грудное молоко служит источником микрофлоры, заселяющей кишечник младенца («Applied and environmental microbiology», 2009, т.75, □ 4, с.965—969)...

...распознавание горького и сладкого вкусов, а также вкуса «умами», присущего L-глутамату и L-аспартату, происходит за счет трансмембранных белков-рецепторов, а соленого и кислого — с помощью ионных каналов или транспортеров («Биоорганическая химия», 2009, т.35, □ 1, с.5—14)...

...триглицериды облепихового масла содержат радикалы пальмитолеиновой кислоты, и по этому признаку, а также по составу каротиноидов, можно определять подлинность масла методом обращенно-фазовой ВЭЖХ («Химико-фармацевтический журнал», 2009, т.43, □ 1, с.33—36)...

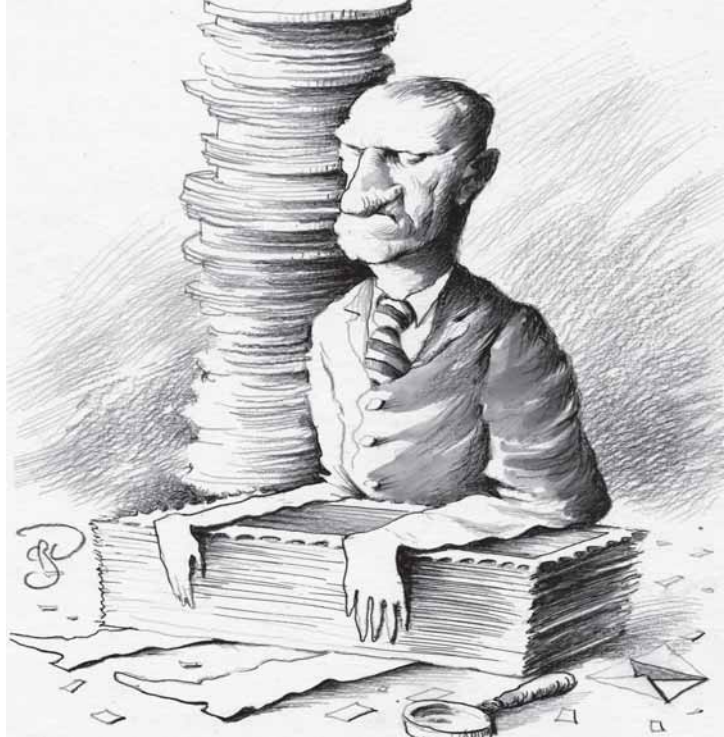
...положительное отношение к науке у студентов развивается параллельно с формированием их собственных исследовательских навыков («Психологический журнал», 2009, т.30, □ 1, с.14—31)...

...препараты против пироплазмоза собак, содержащие имидакарб, например имидакарб, менее токсичны для животного, чем производные диминацена ацетурата, например бабенил («Ветеринария», 2009, □ 2, с.30—32)...

...исследованы изменения роста, содержания белков, сахаров и фотосинтетических пигментов в листьях китайской капусты, выращиваемой под светильником из синих и красных светодиодов («Физиология растений», 2009, т.56, □ 1, с.17—26)...

...исследования различных видов летучих мышей в штольнях Самарской области показали, что одни виды предпочитают зимовать группами, другие — поодиночке («Известия РАН. Серия биологическая», 2009, □ 1, с.88—94)...

Художник С. Дергачев



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Польза от уравниловки

Двадцать лет назад было модно спорить: присущая социализму уравниловка — хорошо или плохо? Подавляющее большинство жителей Советского Союза решило, что это либо плохо, либо очень плохо, поскольку отсутствует мотивация хорошего труда. А без нее — как развиваться? Иное дело конкуренция, когда каждый должен быть в меру сил конкурентоспособным, а если сил нету, то следует освободить дорогу более успешным, да пожилее, чтобы не затоптали.

За прошедшее время дым тогдашних идеологических сражений развеялся и глазам сторонних наблюдателей открылся получившийся пейзаж. Он оказался столь удивительным, что профессор Ноттингемского университета Ричард Уилкинсон и его коллега из Йоркского университета Кейт Пиккетт написали книгу, в которой попытались ответить на вопрос: чем различается жизнь в обществе с уравниловкой и с высоким социальным неравенством (агентство «АльфаГалилео», 2 марта 2009 года)?

Проанализировав положение дел в разных странах, они приступили к расчетам и выяснили интересную деталь. Например, если бы британское общество было столь же однородным, как японское, финское, шведское или норвежское (а всем известно, что среди богатых стран эта четверка выделяется как раз своей уравниловкой), то уровень доверия между людьми вырос бы на две трети, насилие в семье сократилось на 75%, а правительство ее величества вполне могло бы закрыть большинство тюрем в виду отсутствия заключенных. Кроме того, каждый труженик получил бы возможность отдыхать семь недель в году без ущерба для экономики страны и своего благосостояния.

В неравных же обществах различные формы насилия, большая продолжительность рабочего дня и связанное с ней переутомление, загрязнение окружающей среды и прочие факторы неблагоприятия только усиливаются по мере отдаления от принципа уравниловки. И все это неблагоприятно сказывается не только на бедняках, но и на богатых, коль скоро им приходится жить в одном и том же обществе.

Результаты собственных наблюдений и рассуждений так поразили авторов исследования, что они основали Фонд равенства, о деятельности которого можно узнать, зайдя в Интернет по адресу <http://www.equalitytrust.org.uk/>.

С.Анофелес

«Химия и жизнь», 2009, № 4, www.hj.ru



Как с гуся вода

«Алмазное сердце в шкуре носорога», «органическая платина» — так образно называют замечательный материал с уникальными физико-химическими свойствами — политетрафторэтилен, или фторопласт, больше известный под именем «тефлон».

Тефлон был получен случайно весной 1938 года в США. Впрочем, случайность в химии — это нечто большее, чем просто стечение обстоятельств. Первооткрывателем тефлона стал ученый-химик Рой Плункетт из научной лаборатории американской компании «Дюпон» (Du Pont), всемирно известного производителя пороха. Плункетт работал с фторсодержащими газами и однажды забыл баллон с охлажденным тетрафторэтиленом на складе, где он пролежал всю ночь. Утром, к своему удивлению, Плункетт обнаружил, что газа в баллоне нет, а дно покрыто матово-белым воскообразным порошком. Что произошло? Под воздействием давления и низкой температуры газ полимеризовался и превратился в политетрафторэтилен.

Новое вещество изумило ученых — оно обладало уникальной химической стойкостью, превышающей стойкость благородных металлов. Кипячение в «царской водке» (смеси соляной и азотной кислот), воздействие концентрированных щелочей и кислот и даже таких химических агентов, как галогены, не разрушали его. Но главный сюрприз был еще впереди. Оказалось, что новый полимер обладает крайне низким коэффициентом трения и нулевой адгезионной способностью (так ученые называют свойство прилипать к другим материалам). К нему не прилипает ничего — он необычайно скользкий!

Чудо-материал был запатентован под названием «тефлон» и немедленно засекречен. Первоначально его применяли в военной промышленности: им покрывали пули и дула орудий, чтобы уменьшить трение. Только через десять лет, в середине 50-х годов прошлого века, мир познакомился с тефлоном. Из него делают подшипники, поршневые кольца, электроизоляцию — из всех известных конструктивных материалов коэффициент трения скольжения у тефлона наименьший. На космическом корабле многоразового использования «Колумбия» электрические схемы защищены тефлоновой изоляцией. Сотни километров нефтяных трубопроводов выстланы тефлоновой пленкой. Тефлоновые ткани (сплетенное стекловолокно с двусторонним тефлоновым покрытием) используют для кровель большой площади (например, крыши стадионов). Из тефлона делают также искусственные суставы, в которых практически полностью отсутствует трение. Смазка с мелкодисперсным тефлоном позволяет трущимся металлическим деталям функционировать долгое время даже при полном отказе смазочной системы.

Еще одна счастливая случайность дала новое направление применению тефлона. Французский физик Марк Грегуар, любивший на досуге ловить рыбу, решил покрыть удочку тефлоном, чтобы она легко раскладывалась. Получилось как надо: и леска скользила, и колена удочки не заедали. Тогда ему (или его любящей супруге) пришлось в голову нанести это покрытие на сковородку, чтобы улов не пригорал при жарке. Результат превзошел все ожидания. Может быть, это легенда, но достоверно известно, что в 1956 году М.Грегуар получил патент на непригорающую сковороду и основал фирму «Тефаль» (Tefal), которая стала выпускать посуду с антипригарным покрытием. Вот уже полвека тефлоновая посуда радует хозяек легкостью в обращении (ничего не пригорает, можно жарить почти без масла, великолепно моется), а нас — вкуснейшими сырниками, румяными пирогами, картошкой с хрустящей корочкой.

Тефлоновое покрытие наносят не только на посуду, но и на ковры и покрывала. А для популярных сейчас штор жалюзи тефлон просто незаменим: он делает их красивыми и долговечными. Попробуйте капнуть на такую штору чем-нибудь красящим, например кофе. Ничего

АЛЕКСЕЮ, вопрос из Интернета: Только ученная масса вещества Сихотэ-Алинского метеорита составляет 27 тонн, а общая масса выпавшего вещества оценивалась в 70—100 тонн, поэтому нет ничего невозможного в том, что интернет-магазин продает его пятиграммовые фрагменты; другое дело, что магическими свойствами они вряд ли обладают.

Л.С.БЕРЕЗИНОЙ, Санкт-Петербург: Меру-сапфир, он же танзанит, — прозрачная разновидность цоизита, $\text{Ca}_2\text{Al}_3(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{O}(\text{OH})$, а «обычный» синий сапфир — оксид алюминия с примесями титана и железа.

А.М.СЕМНАЦКОЙ, Москва: Озазоны — соединения вида $R''\text{NHN}=\text{C}(\text{R})\text{C}(\text{R}')=\text{NNHR}''$, где R — органические радикалы или H; образование озазонов в классической биохимии используют при идентификации углеводов.

В.А.РУДАКОВУ, Тверь: Синтетическая гуттаперча — более узкое понятие, чем синтетический каучук, так называют только транс-1,4-полиизопрен, тогда как каучуки бывают, например, и бутадиеновыми.

Р.В.ВАСИЛЬЕВУ, Александров: «Нуклид» и «изотоп» не всегда можно употреблять как синонимы; нуклид — совокупность атомов с одинаковыми значениями заряда ядра (числом протонов в ядрах) и массового числа (суммой чисел протонов и нейтронов); нуклиды одного элемента с разными массовыми числами называются изотопами.

А.Л.КОНОВАЛОВУ, гор. Видное: Чтобы сделать уголь для рисования, вертикально поставьте в консервную банку очищенные от коры прутики ивы, березы, ореха, промежутки засыпьте сухим песком; банку закройте, обмажьте глиной, оставив небольшое отверстие, и ведите обжиг при температуре 300°C 3—5 часов, пока из банки не пойдет сизый дым; после обжига банка должна сутки остывать.

В.В.МИХАЛЬСКОЙ, Гремячинск, Пермский край: Перед срезанием цедры апельсин, лимон или грейпфрут рекомендуют помыть холодной водой, а затем ошпарить — тогда ее проще будет срезать, не захватывая белого подкоркового слоя.

Н.Д.ДЕМЕНЧУКУ, Дубна: Напряжение разряда электрического угря *Electrophorus electricus* может достигать 650 вольт, и с этой точки зрения «эксперимент», описанный в «Механизме времени» Г.Л.Олди и А.Валентинова, возможен.



МАТЕРИАЛЫ НАШЕГО МИРА

страшного не случится: смахните капельку и увидите, что от нее не осталось и следа. С тефлона буквально, как с гуся вода.

У посуды с тефлоновым покрытием есть один недостаток, о котором предупреждают производители: оно не обладает большой прочностью, поэтому переворачивать котлеты, мешать картошку и проверять готовность пирога надо мягкими деревянными или пластиковыми лопатками. Если резать мясо прямо на ско-

вороде, трещина гарантирована и тефлоновый слой сразу же начнет крошиться. Совсем скоро придется покупать новую сковороду.

А в магазине сковородок так много, что глаза разбегаются. Как найти среди них лучшую? Специалисты советуют выбрать сковороду с утолщенным шершавым покрытием внутри и идеально плоским дном (это легко проверить, приложив ко дну линейку). Для газовой плиты больше подой-

дет сковорода, дно которой снаружи покрыто тонкими концентрическими кругами, похожими на канавки старой грам- пластинки. Они увеличивают площадь нагрева, и блюдо готовится быстрее. И еще один совет: совсем без масла жарить можно, но не нужно. Положите чуть-чуть, тогда и еда будет вкуснее, и сковорода прослужит дольше. Удачной вам покупки!

М.Демина



ufi
Approved
Event



www.chemistry-expo.ru

**15-я международная выставка
химической промышленности и науки**

Х И М И Я
28 сентября – 2 октября 2009

**ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»,
Россия, Москва**

Организатор:

ЗАО «ЭКСПОЦЕНТР»

При содействии:

ЗАО «Росхимнефть»

Официальная поддержка:

• Российский Союз химиков

• Правительство Москвы

ЗАО «ЭКСПОЦЕНТР»

123100, Россия, Москва,

Краснопресненская наб., 14

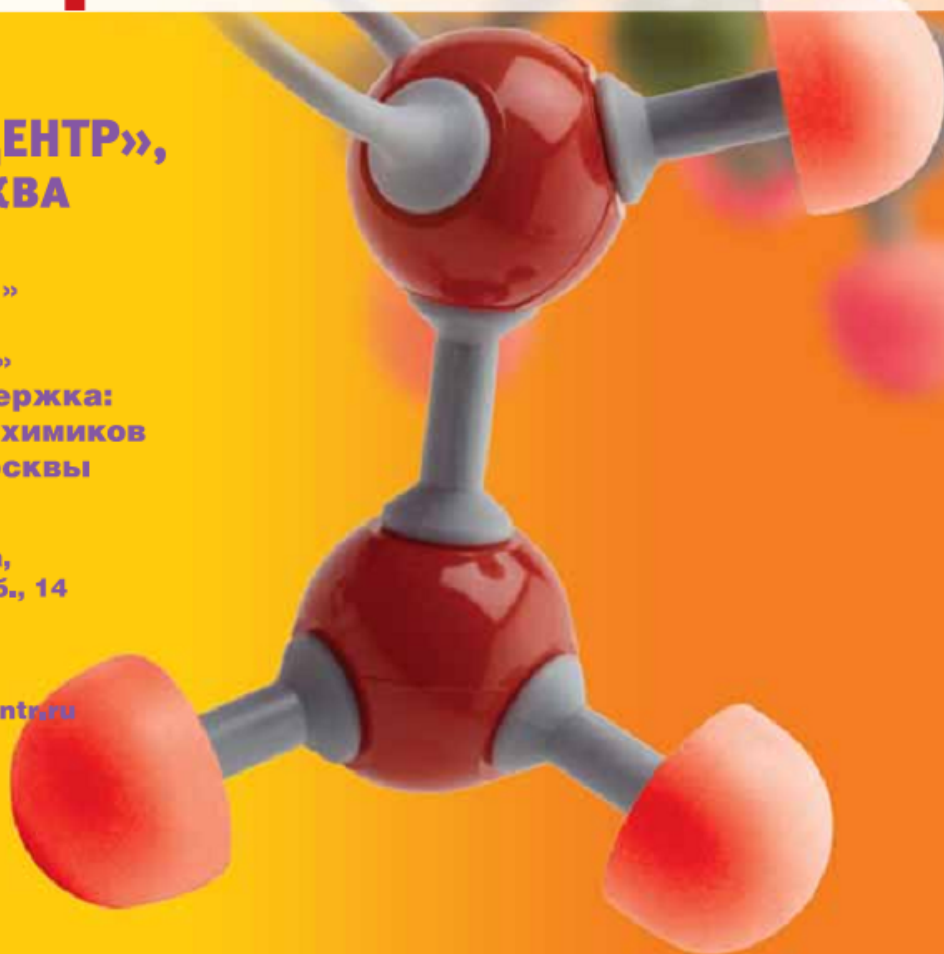
Тел.: (499) 795-37-94,

(499) 795-37-38

Факс: (495) 609-41-68

E-mail: chemica@expocentr.ru

www.expocentr.ru



Организатор:



ЭКСПОЦЕНТР

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ
МОСКВА

50
ЛЕТ

ISSN 1727-5903



9 771727 590006 >