



Ж

3

2007

ЖИЗНИ И ВМЕСТЕ





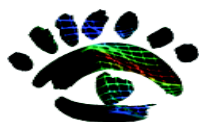


Химия и жизнь
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

3
2007

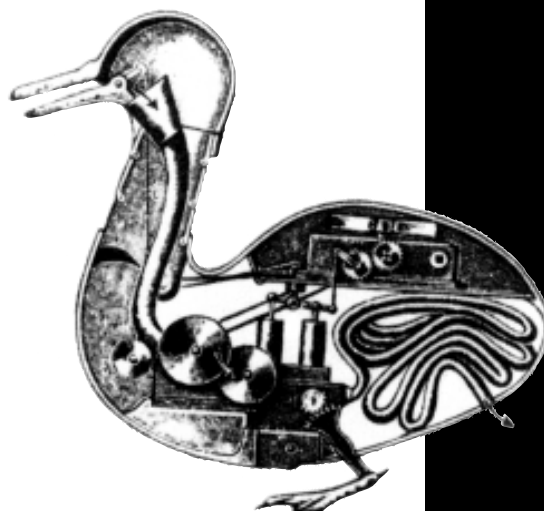
*Вареных с подъемника
еще не снимали,
а обмороженные
бывали.*

*Из горнолыжного
фольклора*



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
П. Филонова «Формула весны». Время, когда тает снег
и сильно греет солнце, радует все живое.
Но везде ли? Об этом читайте в статье
«Глобальное потепление: — катастрофа или благо?»*





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,
В.С.Артамонова,
Л.А.Ашкинази,
В.В.Благутина,
Ю.И.Зварич,
С.М.Комаров,
О.В.Рындина

Технические рисунки

Р.Г.Бикмухаметова

Агентство ИнформНаука

О.О.Максименко,
Н.В.Маркина,
О.Б.Баклицкая-Каменева
textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 30.01.2007

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(495) 267-54-18,

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в интернете по адресам:

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

<http://www.informnauka.ru>

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

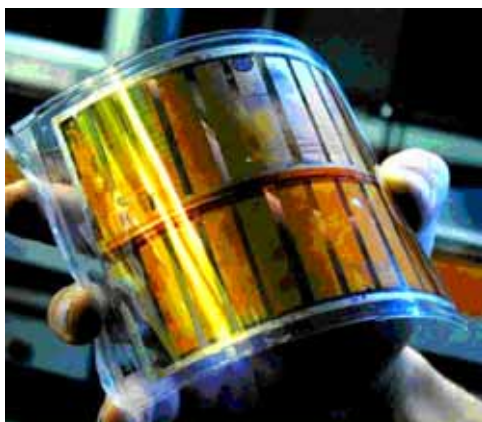
На журнал можно подписаться
на сайтах:

<http://www.hij.ru>

<http://esmi.subscribe.ru>

<http://www.new-press.ru>

© АНО Центр «НаукаПресс»



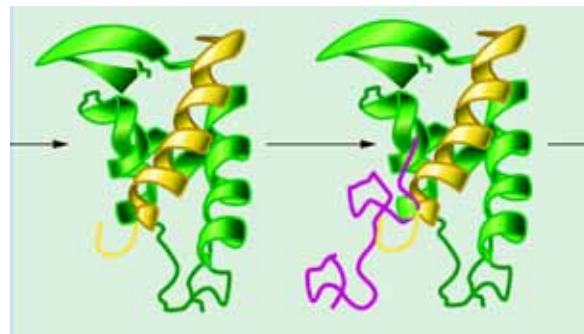
Химия и жизнь

6

10

На один квадратный метр
падает примерно столько
солнечной энергии,
сколько нужно одному
человеку. Вопрос в том,
как научиться ее
использовать

Генетика и биохимия
в XX веке преобразили лицо
медицины. В XXI веке
медицина понемногу
осваивается с достижениями
геномики и протеомики



ИНФОРМНАУКА

МОЛНИЯ РОЖДАЕТ ЖИЗНЬ?	4
О ГЕНОТЕРАПИИ СПИДА	4
ЧЕРТОПОЛОХ, ПЕЧЕНЬ И РАК	5
БОЙ ПОД ЭЛЕКТРОННЫМ МИКРОСКОПОМ	5

РЕСУРСЫ

И.А.Гвоздкова, Д.Ю.Паращук СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ПОДРАСТАЮЩИЙ ИГРОК	6
---	---

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

В.В.Вельков МНОГОМЕРНАЯ БИОЛОГИЯ И МНОГОМЕРНАЯ МЕДИЦИНА	10
---	----

РАССЛЕДОВАНИЕ

В.С.Арутюнов ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ: КАТАСТРОФА ИЛИ БЛАГО?	16
---	----

А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

А.В.Бутюгин ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ ЖИЗНИ	22
--	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Д.Ю.Паращук КОГЕРЕНТНЫЕ ВОЛНЫ МАТЕРИИ	26
---	----

ТЕХНОЛОГИИ

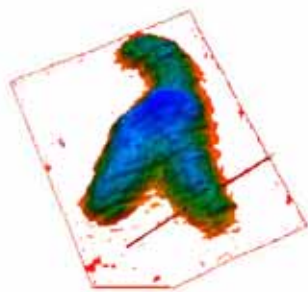
С.М.Комаров КАМЕРА-ОБСКУРА ДЛЯ НАНОТЕХНОЛОГА	32
--	----

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

Ю.П.Супруненко СЕМИТЫСЯЧНИК В ПОДАРОК ЛЮБИМОЙ	36
---	----

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

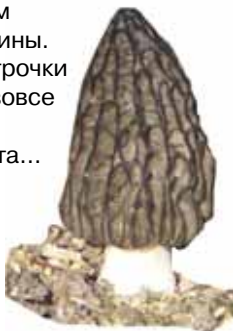
Е.А.Фокин, Л.В.Каабак ЗАПРЕЩЕНО И УНИЧТОЖАЕТСЯ	43
--	----



32

Сразу десять миллионов таких букв ученые из троцкого Института спектроскопии нарисовали атомным пучком с помощью построенной ими «камеры-обскуры»

Нет ничего более недостоверного, чем общеизвестные истины. Например, грибы строчки делает ядовитыми вовсе не мифическая гельвелловая кислота...



36



Среди четырех высочайших вершин Памира есть пик Корженевской. Но кто такая Евгения Корженевская, мало кто знает

59

РАССЛЕДОВАНИЕ

Н.Л.Резник

ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ НАУКЕ И ОСТРЫХ ОЩУЩЕНИЯХ 46

ИНФОРМНАУКА

ДИАГНОСТИКА ЙОГУРТА 48

ЛЕКАРСТВО ОТ РАКА – ИЗ ФЕРМЕНТЕРА 48

ПЕРФОРИРОВАННОЕ СЕРДЦЕ 49

БАКТЕРИИ ЕДЯТ НАФТАЛИН 49

ЦИКЛ ВОДЫ

Г.Г.Маленков

СПОРЫ О СТРУКТУРЕ ВОДЫ 50

ЦИКЛ ЕДЫ

Р.С.Минвалеев

МИР И ВОЙНА ВНУТРИ НАС 55

ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ

А.С.Садовский

ФОРМУЛА ЯДА 59

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

Н.Л.Резник

КАРТОШКА 62

ФАНТАСТИКА

Ирина Афанасьева

ИНТЕРВЬЮ С КОЩЕЕМ 65

КСТАТИ О КОСМОСЕ

П.Данилов

КОСМОС – ЭТО ЛЮБОВЬ 72

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 24

ПИШУТ, ЧТО... 70

ИНФОРМАЦИЯ 31, 35, 39–41

ПЕРЕПИСКА 72

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70



В номере

4, 48

ИНФОРМНАУКА

О фитофульгирите — веществе, которое получается из растений, в которые ударила молния, о том, как дерутся между собой бактерии, о новых лекарствах от рака и терапевтическом перфорировании сердца, и о ДНК-диагностике йогуртов.

26

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Мы точно знаем, где кончается наше тело, и уверены, что на одном стуле комфортно сидеть только одному. Однако в мире маленьких вещей все не так прозаично: его объекты больше похожи на волны, проникающие друг в друга, чем на ограниченные в пространстве предметы...

42

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

В апреле 2007 года исполнится десять лет с того момента, как вступила в силу Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и его уничтожении. Можно надеяться, что к пятнадцатилетнему юбилею конвенции химического оружия уже не будет.

46

РАССЛЕДОВАНИЕ

Авторы работы, опубликованной в «Известиях РАН», изучали, как заживают огнестрельные ранения, обработанные мазью с антиоксидантом. Огнестрельные ранения наносили крысам с помощью малокалиберной винтовки. О наркотизировании или обездвиживании несчастных животных в статье почему-то не говорится.

55

ЦИКЛ ЕДЫ

Вставать из-за стола нужно с чувством легкого голода — так утверждают многие диетологи. Однако если вы будете регулярно так поступать, то, весьма вероятно, заработаете дисбактериоз.



ГЕОЛОГИЯ

Молния рождает жизнь?

Специалисты из Института геологии Коми НЦ РАН и Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН впервые описали образование, которое получается при попадании молнии в растения, — фитофульгурит. Сухая трава под воздействием молнии превратилась в сложный сплав, похожий на битум. Обычно на образование подобных веществ уходят миллионы лет. В диковинном камне содержатся аминокислоты, типичные для живых организмов, которые, однако, могли образоваться только путем абиогенного высокотемпературного синтеза (yushkin@geo.komisc.ru, cryst@geo.komisc.ru).



Однажды в селе Подволоок Читинской области молния попала в копну сена и сожгла ее. Событие вполне заурядное, но когда хозяин разгреб золу, то обратил внимание на предмет, которому явно не оуткуда было взяться в данном месте, — небольшой плоский, иссиня-черный, волокнистый стекловидный кусок неизвестного вещества. Догадавшись, что находка может представлять интерес, местные жители решили показать ее геологам.

Оказалось, что жители Подволоки обнаружили ранее неизвестный науке геологический объект — фитофульгурит. Это вещество, по составу близкое к битумам или гумусу, образуется при попадании молнии в растительность. За мгновение при высочайшей температуре (почти 25 тысяч градусов) и большом давлении с растительной биомассой произошли такие изменения, которые в менее жестких условиях длятся миллионы лет.

Образец состоял из спекшихся волокон, гроздевидных структур, сфер и пустот разного размера, от долей миллиметра до нескольких миллиметров. Исследователи установили химический состав образца. Основные элементы — углерод, водород, азот и сера, остальные, примерно треть, приходится на кислород и микроэлементы. Такой состав характерен для природных битумов или гумуса. Интересно, что фитофульгурит

содержал рекордное для битумов количество аминокислот. Аминокислоты есть в любой нефти и ее естественных производных, однако здесь их оказалось на порядок больше. Причем 95% аминокислот принадлежало к левым изомерам, как в живых организмах. Однако эти аминокислоты не могли остаться от травы: при такой температуре вся органика полностью сгорает. Ученые предположили, что аминокислоты в данном случае образовались абиотически, то есть без участия жизни, а путем высокотемпературного синтеза. Для этого помимо высокой температуры требуется рентгеновское и гамма-излучение. Но как раз такие условия возникают в точке, куда попадает молния. Ранее в эксперименте ученым удалось синтезировать левые аминокислоты в лаборатории при облучении твердых битумов. Может быть, именно так возникли простейшие органические соединения, давшие начало первым молекулам живого?

ГЕНЕТИКА

О генотерапии СПИДа

Специалисты Института молекулярной биологии им. В.А.Энгельгардта РАН и ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор» создали и испытали на клеточной культуре три генетические конструкции, способные подавлять размножение вируса иммунодефицита человека (ВИЧ-1) в человеческих клетках (тчurikov@eimb.ru).

В настоящее время с вирусом борются химическими средствами. Препараты, которые назначают больным, действуют преимущественно на ключевые ферменты ВИЧ-1 — обратную транскриптазу, инвертазу и протеазу. Противовирусных препаратов много, но они зачастую малоэффективны, поскольку ВИЧ быстро мутирует и приобретает устойчивость к лекарствам. А лекарства эти, надо сказать, токсичны и очень дороги. Между

тем клетки нашего организма обладают мощным природным механизмом, который должен регулировать работу генов, в том числе и вирусных. Называется он РНК-интерференция.

В чрезвычайно упрощенном виде РНК-интерференция — это порча определенной последовательности РНК при участии другой, «защитающей» молекулы РНК. Эта система предотвращала бы любую вирусную инфекцию, если бы вирусы в ходе эволюции не научились ее отключать. Но ученые в разных странах, в том числе и в России, разрабатывают систему искусственной РНК-интерференции. Этот метод не опасен для пациента и благодаря высокой специфичности действия не портит собственную РНК клетки, зараженной вирусом. Для борьбы с ВИЧ российские биологи создали три генетических конструкции. Эти конструкции содержат короткие нуклеотидные последовательности, которые должны отыскать среди всех молекул РНК наиболее консервативные, то есть не так быстро изменяющиеся, и при этом жизненно важные для вируса. А затем «испортить» их. В состав каждой конструкции входит и ген зеленого флуоресцентного белка, который позволяет определить, вошла она в клетку или нет.

Ученые встроили генные конструкции в культивируемые лимфоидные клетки. Под флуоресцентным микроскопом видно, что клетки, в которые конструкция попала, начинают светиться зеленым. Через 24 и 72 часа клетки заражали вирусом иммунодефицита человека (штамм ГKB-4046) и еще через несколько дней оценивали степень благоденствия вируса по накоплению специфического антигена. Оказалось, что генетические конструкции заметно подавляют размножение вируса. Эффективность порчи вирусной РНК зависит от дозы вируса, которую получила клетка, и от последовательности ДНК самой конструкции. Наиболее эффективной оказалась последовательность, нацеленная на область обратной транскриптазы вирусного генома. Она способна за трое суток подавить продукцию вируса в клетках на 91–98%.

По мнению исследователей, подобные генетические конструкции можно использовать в генотерапии СПИДа.



БИОТЕХНОЛОГИИ

Чертополох, печень и рак

Слово «силимарин» не имеет отношения к произведениям Дж.Р.Р.Толкиена. Так называется смесь биологически активных веществ, выделяемых из чертополоха. Они защищают печень и подавляют развитие раковых опухолей. Специалисты ВНИИ лекарственных и ароматических растений и Московской государственной академии тонкой химической технологии им. М.В.Ломоносова разработали новый препарат, который обладает высокой противоопухолевой активностью и защищает печень от токсических воздействий (mrime213@mtu-net.ru, alex.kaplun@mail.ru).

Основу лекарства, о котором идет речь, составляет силимарин — смесь полифенольных флавоноидов, выделяемых из молочного чертополоха, он же расторопша пятнистая. В течение трех последних десятилетий силимарин успешно применяли в клиниках Европы и Азии в качестве средства, защищающего печень от действия токсичных веществ. Однако в последнее время появились сообщения о том, что силимарин может выступать в роли сильного противоопухолевого препарата: он вызывает гибель кровеносных сосудов, питающих опухоль. Силимарин мог бы стать замечательным профилактическим и лечебным средством, если бы не один существенный недостаток. Препарат очень плохо растворяется в воде и потому с трудом проникает в клетки. Российские ученые получили липосомную форму силимарина, которая гораздо легче усваивается организмом и потому представляет собой эффективное лекарство.

В липосомных препаратах силимарин заключен в липидную сферу размером 100 нанометров. Вместе с липосомой он легко проникает внутрь клетки, на которую должен воздействовать. Липосомы распадаются постепенно, поэтому заключенное в них лекарство действует на организм дольше, чем тот же препарат, принятый в традиционной форме. Липосомы можно вводить внутривенно. При этом силимарин накапливается преимущественно в клетках селезенки и печени, которую он и должен защищать. Если липосомы вводили животному, больному раком (карциномой Льюиса), то силимарин в липосомах по-

падает главным образом в опухоль и ее метастазы. При этом количество лекарства, попавшего в печень, заметно уменьшается. Но его все же достаточно, чтобы поддержать функции печени в пораженном раком организме.

Эксперименты, проведенные на клеточных культурах, показали, что силимарин в составе липосом эффективно препятствует росту кровеносных сосудов, питающих опухоль. Что касается лабораторных животных с привитыми злокачественными опухолями, то липосомная форма силимарина продолжала действовать даже через неделю после окончания курса лечения. После приема липосомного силимарина больные мыши живут на 44,3% дольше контрольных мышей, а нелипосомный препарат продлевает их жизнь лишь на 12%. По мнению ученых, дальнейшие исследования липосомной формы силимарина крайне актуальны. Этот препарат может стать надежным средством для лечения заболеваний печени и опухолей различной локализации, а также патологий, связанных с нарушениями образования кровеносных сосудов.

МИКРОБИОЛОГИЯ

Бой под электронным микроскопом

Бактерии в чем-то подобны людям: они различаются внешне, взаимодействуют друг с другом и по-разному друг к другу относятся. А если рядом окажутся «недрузи», не миновать им увечий, хорошо заметных вооруженным глазом. По наблюдениям Санкт-Петербургского микробиолога Оксаны Владимировны Рыбальченко, профессора Санкт-Петербургского государственного университета, бактерии живо реагируют на присутствие соседей. Совместный рост микроорганизмов, друг друга «недолюбливающих», сказывается на их внешнем облике (OVR@inbox.ru)

Объектами электронно-микроскопического исследования стали лактобациллы из кишечника человека, которые подавляют или задерживают рост многих бактерий и дрожжевых грибов, а также страдающие от лактобацилл золотистый стафилококк, бациллы и шигеллы.

Ученые уже убедились в том, что микроорганизмам свойственна сложная со-

циальная организация и поведение. Лактобациллы, растущие вместе, представляют собой не множество отдельных клеток, а сложное объединение, в котором бактерии покрываются общей пленкой, плотно слипаются клеточными стенками или соединяются цитоплазматическими трубочками, образуя разветвленную сеть. Но в реальных условиях лактобациллы всегда соседствуют с другими бактериями, многие из которых не полезны для человека. Попав в такое общество, лактобациллы преобразуются. Они усиленно выделяют в среду округлые гранулы с губительными для соседей веществами: молочной кислотой, лизоцимом и некоторыми специфическими белками — бактериоцинами.

Борьба не проходит бесследно для самих лактобацилл: их клеточная стенка повреждается, и содержимое цитоплазмы выходит наружу в виде темного пятна грибовидной формы. Чем активнее действуют лактобациллы, тем больше среди них поврежденных клеток, которые впоследствии погибают. У самых ак-



тивных штаммов гибнет более трети клеток. Это естественно, ведь участие в сражении, даже микробном, не может обойтись без потерь. Но структурированное сообщество не допускает гибели всех своих членов, поэтому в критической ситуации часть микробных клеток покрывает свою стенку дополнительными защитными слоями и переходит в покоящееся состояние.

А что же пострадавшая сторона? Микроскопические «синяки и шишки», ей достающиеся, выглядят по-разному, в зависимости от видовой принадлежности жертвы. Некоторые клетки просто перестают размножаться, другие постепенно разрушаются. Их клеточные стенки во многих местах «пощипаны» или образуют фестончатые структуры (первый признак разрушения). В присутствии лактобацилл шигеллы перестают контактировать друг с другом, как бы поджимаются, и между ними возникает пустое пространство. Так в микромире проявляется социальное поведение.



Солнечная энергетика: подрастающий игрок

Кандидат
физико-математических
наук
И.А.Гвоздкова,
доктор
физико-математических
наук
Д.Ю.Паращук

Сегодня цивилизованная жизнь немыслима без освещения, отопления, бытовой техники и электронных приборов. Кроме того, любое производство требует энергетических затрат. Сколько же энергии необходимо современному человечеству? Глобальная потребность соответствует мощности 10^{13} Вт, каждому человеку в среднем нужно около 1,5 кВт, что равно мощности обычного электрического чайника. Откуда же берется такое количество?

Первичный и основной источник энергии на Земле — Солнце. Оно согревает и освещает нашу планету, способствует движению потоков воздушных масс. Зеленые растения накапливают солнечную энергию в процессе фотосинтеза в химических связях органических веществ. Умершие организмы превращались и сейчас превращаются в уголь, нефть, природный газ, торф. Таким образом, в традиционных энергоносителях накоплена энергия солнца, и мы используем ее, преобразуя в тепло, электричество и другие виды энергии.

Солнце — неиссякаемый, щедрый источник энергии, который будет существовать еще миллиарды лет. Если собрать энергию Солнца, падающую на нашу планету в течение одного часа, то всему человечеству ее хватило бы на целый год. На 1 м^2 земной поверхности в ясный день падает около 1 кВт солнечной мощности, то есть примерно столько, сколько надо в среднем каждому жителю Земли. Около 34% поступающей на Землю солнечной энергии поглощается растениями и утилизируется в процессе фотосинтеза, а остальное рассеивается — вот эту часть и можно было бы использовать для массового производства необходимой человечеству энергии. А поскольку наши энергетические аппетиты растут, то в ближайшие 30–50 лет потребление увеличится еще в два-три раза.

За счет чего можно увеличить производство энергии? Основные известные сегодня способы — наращивать мощности атомной энергетики и развивать нетрадиционные технологии: солнечную, водородную, ветровую энергетику, использовать биомассу (см. «Химию и жизнь», 2007, № 1 и 2).

Надо иметь в виду, что не только прямое сжигание органического топлива, но и преобразование энергии атомных ядер способствует глобальному тепловому загрязнению нашей планеты. Если энергия, полученная этими спо-

собами, достигнет 1% от общего количества, которое приходит на Землю от Солнца, то средняя температура на поверхности увеличится на 1°C , что может привести к глобальным нежелательным последствиям. По оценкам ученых, безопасный предел производства энергии на атомных и тепловых электростанциях суммарно не должен превышать 0,1% мощности достигающей Земли солнечной энергии, то есть 100 млрд. кВт. Сейчас это величина равна примерно 10 млрд. кВт, что всего лишь в десять раз меньше допустимого предела. Поскольку в последние десятилетия ежегодный прирост производства энергии на АЭС и ТЭС равен нескольким процентам, то безопасный предел может быть достигнут уже в этом веке.

Солнечная энергетика, как и большинство возобновляемых источников энергии, экологична и почти не влияет на окружающую среду. С ее помощью можно нагреть бак с водой, получить из воды водород или зарядить аккумулятор — она универсальна. Вот почему солнечная энергетика (гелиоэнергетика) может стать лидирующей в будущей мировой энергетической системе.

История гелиоэнергетики

Согласно легенде, солнечная энергия помогла древнегреческому ученому Архимеду из Сиракуз в III в. до н. э. сжечь римские корабли. По его приказу солдаты, построившись на берегу моря, повернули свои щиты к солнцу и сфокусировали отраженные лучи на парусах вражеских судов, после чего они загорелись.

Первые современные попытки практического использования солнечной энергии относятся к концу XIX — началу XX века. В 1878 году на Всемирной выставке в Париже

Солнечная энергетика сегодня и в будущем

Вид технологий	Мощность по производству энергии	
	2000 г., ГВт (факт)	2010 г., ГВт (прогноз)
Солнечные батареи	0,9	9,2
Солнечные термодинамические электростанции	0,4	10
Солнечные коллекторы	13	55
Итого:	14,3	74,2



1
Рюкзак и куртка со встроенными солнечными батареями



РЕСУРСЫ

лупроводников — например, арсенида галлия и арсенида алюминия. Первые гетеропереходы, а позже и фотоэлементы на их основе получила группа Ж.И.Алферова в Физико-техническом институте им. А.Ф.Иоффе в Ленинграде около 40 лет назад, и за это Алферов в 2000 году получил Нобелевскую премию по физике.

Солнечное сегодня

В последнее время развитые страны все больше осознают потенциал гелиоэнергетики. Даже Северная Европа, где солнечных дней меньше, а интенсивность солнечного света невелика по сравнению с южными странами, активно ведет разработки в этой области. Гелиоэнергетические программы развиваются сейчас более чем в 70 странах мира.

Рынок устройств для преобразования солнечной энергии в 2005 году составлял 11,2 млрд. долларов и, по прогнозам специалистов, должен увеличиться к 2015 году до 51,1 млрд. Он включает различные устройства для преобразования энергии Солнца — для транспортных средств, а также аккумуляторы для мобильной электроники, (рис.1). Разработка фотоэлектрических преобразователей превратилась в отдельную область исследований, называемую фотовольтаикой.

Современные коммерческие солнечные фотоэлементы на ярком солнечном свете могут с 1 м² обеспечить выходную мощность 120–150 Вт. Если батареями с эффективностью 10% покрыть небольшой кусок поверхности Земли (квадрат со стороной в несколько сотен километров), то это удовлетворит все мировые потребности в энергии. Для нашей страны такой квадрат должен иметь сторону несколько десятков километров.

Сейчас суммарная установленная мощность солнечных батарей в мире около 5 ГВт, что меньше 0,1% от мощности всей мировой энергетики. Однако темпы развития фотоэлектрического способа производства энергии впечатляют: за последние 10 лет произошел стремительный рост установленных мощностей солнечных батарей. Среднегодовой темп роста потребления фотоэлектричества сейчас один из самых высоких среди всех источников энергии — около 30% в год.

Лидеры по производству энергии из солнечного тепла и света — Германия и Япония. Самая крупная солнечная электростанция запущена в 2004 году в Германии недалеко от Лейпцига. Она состоит из 33,5 тысяч модулей общей мощностью 5 МВт, что позволяет осветить и обогреть 1800 домов. По подсчетам, одна такая станция сокращает выбросы углекислого газа на 3,7 тыс. тонн в год. В Португалии к 2009 году планируется построить солнечную электростанцию, содержащую 350 тысяч солнечных батарей, общей мощностью 62 МВт. Стоимость проекта — 250 млн. евро.

В Швейцарии работают более 700 гелиоустановок мощностью от 1 кВт до 0,5 МВт. Швейцарские ученые разработали и запатентовали прозрачные солнечные батареи, которые могут одновременно служить окнами. Внутри таких интеллектуальных окон помещена специальная плен-

французский изобретатель О.Мушо продемонстрировал созданную им паровую машину, в которой солнечная энергия, сфокусированная зеркалами на паровом котле, превращала воду в пар, а он приводил в движение печатную машину. В начале XX века в Калифорнии изобрели солнечные насосы для орошения — насос вращал пар, полученный при нагревании воды сфокусированным солнечным светом. Тогда же появились и эффективные солнечные водонагреватели.

Сегодня люди научились преобразовывать энергию Солнца (см. таблицу) не только в тепло с помощью солнечных коллекторов (обычно зачерненных алюминиевых листов с трубками, по которым течет теплоноситель), но и в электричество, используя солнечные термодинамические электростанции или фотоэлектрические элементы (солнечные батареи).

На солнечных термодинамических электростанциях тепловую энергию Солнца используют для производства пара, вращающего турбогенератор, который вырабатывает электричество. Первые солнечные электростанции (СЭС) появились в 80-х годах XX века и имели мощность несколько мегаватт. В частности, одна такая экспериментальная станция заработала в 1985 году в Крыму (мощность ее составляла около 5 МВт).

Из всех известных способов использования энергии Солнца наиболее эффективный и проверенный — фотоэлектрический, с помощью полупроводниковых солнечных батарей. Впервые фотоэффект (возникновение электрического тока при поглощении света веществом) наблюдал в электролитической ячейке в 1839 году французский физик Э.Беккерель. В 1905 году А.Эйнштейн объяснил законы фотоэффекта, которые сформулировал русский физик А.Г.Столетов, квантовым характером излучения и поглощения света. В 30-х годах XX века в Ленинградском физико-техническом институте были созданы первые в мире фотоэлементы — сернисто-таллиевые батареи с КПД около 1%. Но до практического применения было еще далеко. Кремниевые фотоэлементы с КПД около 5% заработали в 1958 году на советском и американском искусственных спутниках Земли. С тех пор почти шестьдесят лет их испытывают на Земле и в космосе.

Фотоэлектрический эффект, лежащий в основе работы солнечной батареи, состоит в том, что в соответствующем веществе при облучении светом появляются носители тока — электроны и дырки. Их разделяют и собирают на электроды с помощью полупроводниковых *p-n* переходов или гетеропереходов. Первый вариант — классический *p-n* переход реализуют на контакте двух областей полупроводника (например, кремния), в который добавлены различные элементы.

Гетеропереход образуется при контакте двух разных по-

ка-хамелеон — она не только преобразует задержанный свет в электричество, но и регулирует естественное освещение.

Фотоэлектрический способ производства энергии имеет большие преимущества — батареи мобильны и долговечны. Их можно устанавливать на крышах зданий, автомобилей, на крыле самолета. Фотоэлементы можно также встроить в различные устройства и предметы потребления — в сумки, часы, одежду, мобильные телефоны, компьютеры и т. д. В солнечных батареях нет движущихся частей, а использовать их можно в среднем 30 лет.

Классические кремниевые фотоэлементы бывают трех типов: моно-, поликристаллические и аморфные. КПД лучших образцов солнечных кремниевых батарей (из монокристаллического кремния) достигает 22–26%, но они самые дорогие. Наиболее распространенные батареи — из поликристаллического кремния. Их КПД ниже, и они менее стабильны во времени. Однако они и стоят намного дешевле. В аморфном кремнии, в отличие от кристаллического, нет структурированного положения атомов — соответственно хуже полупроводниковые свойства и, следовательно, еще меньше КПД преобразования света (около 6%). Срок службы фотоэлектрического преобразователя на его основе также существенно меньше. Однако для производства таких элементов необходимо гораздо меньше кремния, и он может быть нанесен практически на любую поверхность — стекло, металл или другой материал.

Фотоэлементы на основе арсенида галлия и родственных ему соединений показывают рекордные значения КПД. Он может превышать 30%, а по теоретическим расчетам и 50%! Структура таких солнечных батарей подобна слоеному пирогу из нескольких десятков различных полупроводниковых слоев, в котором каждый слой имеет свой состав и толщину около сотни нанометров. Однако стоимость таких многослойных фотоэлементов слишком высока. Поэтому, чтобы эффективно использовать эти дорогие и технологически сложные фотоэлектрические преобразователи, применяют концентраторы солнечной энергии — большие светособирающие линзы. По-видимому, в космосе такие светопреобразующие устройства вне конкуренции, однако их масштабное применение в земных условиях вряд ли экономически оправдано.

Итак, что же сдерживает развитие гелиоэнергетики? Почему ее удельный вес в общем производстве энергии в мире до сих пор менее 1%? Солнечная энергетика — самый материалоемкий вид производства энергии. Так, традиционная кремниевая технология, на основе которой сегодня в основном изготавливают солнечные батареи, требует значительных материальных затрат. Солнечные батареи из арсенида галлия еще дороже. В результате стоимость электроэнергии, произведенной на термодинамических СЭС, — 8–11 цент/кВт.ч, на фотоэлектрических СЭС — около 20 цент/кВт.ч; среднемировая цена электроэнергии — 7–8 цент/кВт.ч.

Кроме того, наземные солнечные электростанции имеют в среднем небольшую эффективность — чуть больше 10%. К тому же ночью станция не работает, а в пасмурные и облачные дни ее отдача падает. Поэтому появился проект по размещению СЭС в космосе на геостационарной орбите, где поток солнечной энергии практически постоянен и выше в несколько раз, чем в солнечный день на Земле. Передавать энергию с космической СЭС на Землю предлагается с помощью радиоволн сверхвысокой частоты.

Основная задача ученых, инженеров и технологов, занимающихся солнечной энергетикой, — разработать более дешевые солнечные батареи и усовершенствовать технологии их производства. Если удастся снизить стоимость электроэнергии, получаемой от Солнца, может быть, наконец станут рентабельным электролиз воды и получение водорода — одного из самых калорийных топливных ресурсов, с которым многие связывают будущее мировой энергетики.

Солнечное завтра

Итак, все опять упирается в необходимость научных разработок и активных исследований. Солнечная энергетика только тогда сможет стать одним из лидеров мировой энергетики, когда удастся создать дешевые, экологически чистые материалы с полупроводниковыми свойствами. В идеале это должна быть пленка не толще одного микрона, эффективно поглощающая солнечный свет и преобразующая его в электрический ток. Кроме того, желательно, чтобы материалы для солнечных фотоэлементов состояли из распространенных на Земле химических элементов, например таких, как кремний.

Еще раз уточним основные недостатки фотоэлементов на основе неорганических полупроводников (кремния, арсенида галлия и др.). Во-первых, это высокая цена современных полупроводниковых технологий, требующих высоких температур и вакуума. Во-вторых, кристаллический кремний, на основе которого производят самые долговечные и эффективные солнечные панели, слабо поглощает солнечный свет. Из-за этого приходится увеличивать толщину рабочего слоя до сотен микрон, а это еще повышает стоимость батареи. Основные усилия в фотовольтаике направлены на поиск дешевых технологий получения кремниевых наноструктур, способных сохранить уникальные фотоэлектрические свойства кристаллического кремния. Производство арсенида галлия не только дорого, но и токсично.

Есть и другие неорганические материалы, которые представляются перспективными для фотовольтаики. Например, тонкие пленки соединений теллурида кадмия (CdTe) и медь-индий-селен (индий можно заменить на галлий, а селен на серу) — такой тип соединений сокращенно на-

2

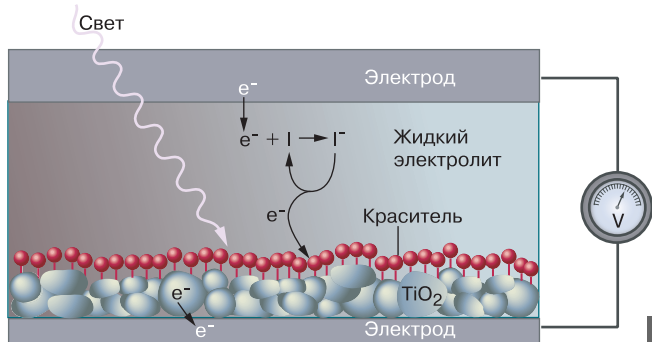
Полимерные солнечные батареи.

Схема фотоэлемента и его лабораторный образец



зывают CIGS. Разработаны методы для нанесения тонких пленок CdTe и CIGS на подложку, которые отлично поглощают солнечный свет и долго служат. КПД лабораторных образцов фотоэлементов CdTe и CIGS приближается к 20%. Две компании уже производят солнечные модули CdTe с КПД до 9%. Производители сумели уменьшить содержание токсичного кадмия в модуле ниже того количества, которое содержится в обычной пальчиковой батарее, и даже планируют принимать на переработку отслужившие модули.

КПД коммерческих модулей CIGS достигает 11%. Помимо основного слоя CIGS, фотоэлемент на основе такого материала содержит несколько дополнительных слоев, среди которых есть тончайший слой из сульфида кадмия (здесь кадмия совсем мало, поэтому вопрос о токсичности CIGS не так серьезен, как для CdTe). Надо ска-



3
Электрохимическая ячейка Грацеля.
Свет поглощается молекулами красителя, закрепленными на поверхности наночастиц TiO_2 . Поглотившие фотон молекулы отдают электрон наночастицам, которые затем передаются во внешнюю электрическую цепь. Электролит с ионами йода восстанавливает окисленные молекулы красителя



РЕСУРСЫ

зять, что фотоэлементы CIGS очень сложны, а потому их свойства сильно зависят от метода и условий нанесения пленок. Кроме того, материалы разных слоев в таких устройствах могут реагировать на границах, и это создает дополнительные проблемы.

Возрастает интерес к органическим материалам для фотовольтаики. Исследователей стимулируют два обстоятельства. Во-первых, природа, создав фотосинтетические органические системы в растениях и бактериях, блестяще справляется с задачей преобразования солнечной энергии. Зеленый лист — настоящая мини-фабрика по производству энергии от солнечного света, где хлоропласты обеспечивают КПД 8–9%. Поэтому ученые надеются создать их искусственные аналоги на основе органических и неорганических материалов. Во-вторых, органические соединения, как правило, не содержат редких химических элементов и весьма технологичны, а значит, могут оказаться намного дешевле неорганических материалов. Остановимся на нескольких наиболее интересных подходах к разработке органических солнечных преобразователей.

В 70-х годах XX века японский химик Х. Ширакава синтезировал первые полимерные пленки с металлическими свойствами (в 2000 году он получил за это Нобелевскую премию). Это открытие дало старт новой области химии. Синтез и исследование проводящих полимеров считают одной из самых перспективных областей междисциплинарных исследований. Предполагается, что многие технологии (в том числе, и энергетические) в будущем станут использовать эти недорогие полимерные пленки. На основе полимеров такого типа уже созданы образцы солнечных батарей, дисплеев, электронных чипов (этим, в частности, занимаются крупные производители электроники «Philips», «Siemens» и др.). Такие устройства делают на гибких полимерных подложках (рис. 2), и стоят они значительно меньше, чем аналогичные устройства из неорганических полупроводников.

В полимерных солнечных батареях предлагают использовать смеси сопряженных полимеров с производными фуллерена (C_{60}). В такой смеси полимер выполняет роль донора, с которого фотовозбужденный электрон переходит на акцептор (фуллерен). Так реализуется разделение зарядов разного знака (электронов и дырок), которые затем перемещаются к электродам: электроны по молекулам акцептора, а дырки по полимерным цепям. Производство такого светопреобразующего пластика обходится недорого и напоминает печать на струйном принтере: необходимые электронные компоненты наносятся специальными «чернилами» — раствором полимера в подходящем растворителе. За несколько часов работы подобная машина может напечатать такую площадь полимерных солнечных батарей, на производство которой завод по производству кремниевой электроники потратит целый год.

Исследователи разрабатывают солнечные батареи и на основе других материалов. Например, напылив в вакуумной камере молекулы фталоцианина и фуллерена на стеклянную подложку, можно сделать фотоэлементы с КПД около 5%. Серьезный недостаток такой технологии — вы-

сокая стоимость. К тому же подобные элементы трудно сделать гибкими — в этом они проигрывают полимерным.

Пока даже лучшие образцы органических солнечных элементов вряд ли могут претендовать на крупномасштабное промышленное тиражирование. Их КПД составляет всего 4–5%, и они, как правило, недолговечны, поскольку их разрушают кислород и пары воды. Для защиты таких устройств от воздействий окружающей среды необходимо наносить на них специальное покрытие (что опять-таки повышает цену) или разрабатывать более устойчивые органические материалы.

Интересные возможности открываются, если попытаться сделать гибридный фотоэлемент — скомбинировать преимущества органических и неорганических полупроводников и при этом минимизировать их недостатки. Наиболее удачное на сегодня решение было предложено в 1991 году швейцарскими исследователями Б.О'Реганом и М.Грацелом. Они продемонстрировали эффективный и технологичный электрохимический солнечный элемент, содержащий нанокристаллический оксид титана TiO_2 , органический краситель на основе рутения и йодный электролит (рис. 3). Сейчас ученые ведут испытания электрохимических ячеек такого типа. Они могут работать более 10 тысяч часов, а их эффективность преобразования энергии достигает 11%. Интересно, что половину цены этих ячеек составляет стоимость прозрачных электродов — стеклянных пластин, покрытых прозрачным проводником. Именно подобные электроды используют в жидкокристаллических дисплеях и телевизорах. Один из основных недостатков электрохимических фотоэлементов — жидкий электролит, который испаряется, поэтому сейчас разрабатывают фотоэлементы на основе твердого электролита. Еще один существенный недостаток таких солнечных батарей состоит в том, что краситель, наиболее эффективно поглощающий солнечный свет, содержит комплекс редкого на Земле элемента платиновой группы — рутения. Подчеркнем, что аналогичную электрохимическую ячейку можно применять для получения водорода из воды с помощью электролиза.

Огромный потенциал Солнца человек почти не использует. Солнце могло бы стать основным энергетическим кормильцем нашей цивилизации, если будут разработаны технологии производства дешевых и эффективных материалов. С подобными проблемами люди сталкивались при разработке любой новой технологии. Так, например, в каменный и бронзовый века проблема была в технике обработки камня и металла, а во второй половине XX века — в получении и обработке кристаллического кремния (основного материала электроники) и управлении его свойствами. Создание новых материалов для гелиоэнергетики — сложная задача, требующая совместных усилий химиков, физиков и технологов. Если ее удастся решить, солнечная энергетика станет одним из лидеров мировой энергетики. Если нет, то она так и останется аутсайдером.





Многомерная биология и многомерная медицина

*Всему свое время...
время разбрасывать камни
и время собирать камни.*

Екклесиаст, 3, 5

Одна из главных задач XXI века — остановить пандемическое распространение болезней цивилизации: сердечно-сосудистых, ишемической болезни сердца, диабета, метаболического синдрома, онкологических заболеваний. Что должны научиться делать медицинские науки для решения этой задачи? Во-первых, своевременно определять генетическую предрасположенность к наиболее серьезным заболеваниям. Во-вторых, с высокой достоверностью вычислять риск возникновения патологии, когда симптомы еще не проявились. В-третьих, измерять концентрации особых молекул — биомаркеров, вести мониторинг реакции организма на терапию и на хирургическое вмешательство. В-четвертых, создать новые высокоточные препараты, нацеленные на молекулы-мишени, которые начинают болезнь.

Эти задачи уже успешно решаются благодаря революционным достижениям биологии XXI века — ее назвали многомерной биологией (high dimensional biology). Ее направления, для краткости называемые OMICS (genomics, transcriptomics и т. д.), активно работают практически во всех отраслях биологии, от изучения нанобактерий до геной инженерии сельскохозяйственных животных и растений. Но, как полагают некоторые эксперты, главная цель развития OMICS — их при-

менение в здравоохранении. Пришло время собрать эти «камни» в фундамент здания новой медицины — единой и многомерной (рис. 1). Вот ее составные части:

- **геномика** — идентификация всех генов и мутаций, приводящих к наследственным заболеваниям либо к предрасположенности;

- **транскриптомика** — идентификация всех матричных РНК, кодирующих белки, определение количества мРНК и определение закономерностей экспрессии всех генов, кодирующих белки, у данного индивида в данных условиях;

- **РНомика** — идентификация всех некодирующих РНК и измерение их экспрессии у данного индивида в данных условиях;

- **метабомика** — идентификация и количественное определение всех метаболитов в клетках, тканях, органах, биологических жидкостях у данного индивида в данных условиях;

- **фармакогеномика** — анализ особенностей генома, транскриптома, протеома и метаболома, с которыми связано действие лекарственных препаратов;

- **биоинформатика** — использование вычислительной техники, математики и информационной теории для анализа и моделирования молекулярно-биологических систем, в особенности систем, состоящих из генов, РНК, белков и метаболитов, а также создание баз данных.

Клиническая картина на уровне РНК

Реализация проекта «Геном человека» позволяет обнаруживать мутации, приводящие к наследственным заболеваниям или повышающие вероятность возникновения многих патологий, таких, например, как онкологические, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, метаболический синдром,



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

шизофрении. Уже внедрены в практику методы идентификации мутаций, часто приводящих к раковым заболеваниям.

Развитие геномики патологий позволяет, однако, не только проводить их молекулярную диагностику, но и измерять интенсивность синтеза белков, «виноватых» в развитии заболеваний. Для этого определяют транскрипционные профили, характеризующие экспрессию *всех* генов, активных в данном образце. Технологии, при этом применяемые, основаны на ДНК-микрочипах (DNA microarray; см. статью Е.Д.Свердлова в «Химии и жизни», 2006, № 11, а также 2006, № 7). Генный чип — это твердая подложка, на которую нанесены в виде точек индивидуальные гены, точнее, фрагменты их ДНК. Из образца, например из опухоли, выделяют суммарную РНК. На матрицах всех молекул РНК, содержащихся в образце, получают их ДНК-копии, которые метят флуоресцентной меткой и потом проводят гибридизацию этой ДНК с иммобилизованными на микрочипе олигонуклеотидами. Если точка не светится, значит, данный ген в опухоли не активен. Если же данная точка светится, значит, олигонуклеотиды в этой точке прогибридизовались с меченой ДНК — ген транскрибируется (рис. 2).

В реальном эксперименте все точки на биочипе в той или иной мере светятся. Чтобы выяснить, какие гены связаны с заболеванием, а какие «обслуживают» другие процессы, сравнивают два образца. Экспериментальный образец (патология) метят красной флуоресцентной меткой. Контрольный образец (клетки здоровой ткани) метят другим цветом, зеленым. Затем проводят гибридизацию микрочипа со смесью обоих препаратов. Это называется «конкурентная гибридизация» — преимущественно образуют гибриды те молекулы, которых больше. Если сигнал в точке будет красным, значит, в клетках опухоли транскрипция соответствующего гена повышена, если сигнал зеленый, то транскрипция в большой

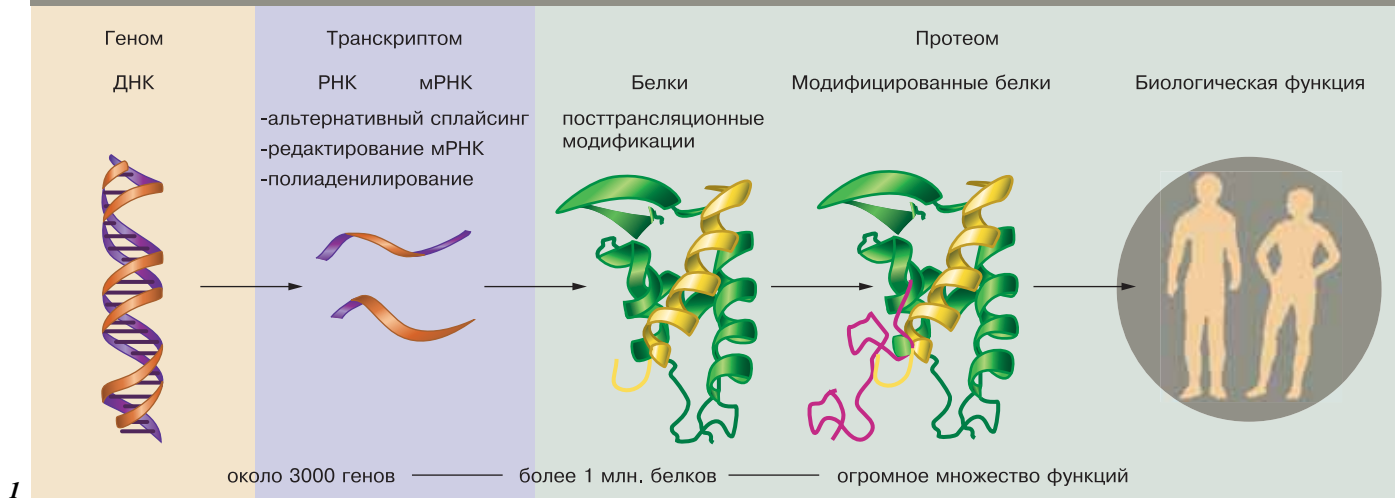
ткани снижена. Если же красного и зеленого поровну, то получится желтый цвет — этот ген вряд ли замешан в онкогенезе. Таким образом можно сравнивать уровень транскрипции генов в разных тканях и органах, в биологических жидкостях при норме и патологии, до терапии и в процессе лечения, до хирургической операции и после нее.

Довольно часто термины «геномика», «транскриптомика» и «протеомика» употребляют в одном и том же значении, имея в виду анализ экспрессии *всех* генов данного образца, как на уровне синтеза мРНК, так и на уровне синтеза белков.

Транскриптом — это набор *всех* РНК, находящихся в данном образце (спинномозговая жидкость, образец биопсии и др.). Определение качественного и количественного профилей всех РНК отражает синтез кодируемых ими белков, а также синтез не кодирующих РНК — рибосомальных, транспортных и тех, о которых пойдет речь в следующей главе. Сравнение транскриптомов нормальных и патологических образцов позволяет идентифицировать новые маркеры — уже не гены и не белки, а молекулы РНК, по концентрациям которых можно судить о динамике патологии, об эффективности лечения. Предполагается, что каждая болезнь характеризуется своим «штрих-кодом» — уникальным паттерном уровней транскрипции, которые определяют для набора генов, характерного именно для данной болезни. Разумеется, анализируют транскриптомы не методом «прищуренного глаза», а с помощью компьютерных методов распознавания образов.

Некодирующие, но не бессмысленные

Пожалуй, самой громкой сенсацией биологии конца XX века стало открытие нового класса РНК, которые не кодируют белков и не являются ни рибосомальными, ни транспортными



ми. Они были обнаружены практически во всех эукариотных организмах, в которых ученые пытались искать их. Некодирующие РНК играют в основном регуляторную роль — они влияют на экспрессию генов. МикроРНК длиной всего около двух десятков нуклеотидов (к их числу относятся интерференционные РНК, о которых писала «Химия и жизнь», 2006, № 11) выключают синтез белков на уровне трансляции их мРНК. Это может происходить за счет одного из трех основных механизмов: 1) репрессии трансляции мРНК, 2) расщепления мРНК, 3) ускорения распада мРНК. В каждой микроРНК есть фрагмент, комплементарный особому участку в той мРНК, которая при определенных обстоятельствах подлечит инактивации, — своего рода «черной метке». МикроРНК взаимодействуют с этими участками и нацеливают на мРНК, приговоренные к ликвидации, ферменты, которые ее разрушают. Как выяснилось, изменения концентраций микроРНК могут сопутствовать патологиям: например, сверхсинтез одной из них вызывает гипертрофию сердца. А мутации в трех других микроРНК приводят к нарушению ментальных характеристик. Сейчас в клинической РНомике наступила «золотая лихорадка» — охота за маркерами и мишенями для лечебных препаратов нового поколения.

Белки болезней

Это идентификация и количественное определение всех индивидуальных белков, которые содержатся в образце (будь то образец клеток, тканей, органов, биологических жидкостей...), и мониторинг изменения их концентраций в течение заболевания. Эта совокупность белков называется «протеом», по аналогии с геномом. Полный анализ протеома включает в себя двумерный электрофорез с высоким разрешением и затем идентификацию индивидуальных белков с помощью масс-спектрометрии. Таким способом можно

проанализировать до 10 000 индивидуальных белков в одном образце и зафиксировать изменения их концентраций.

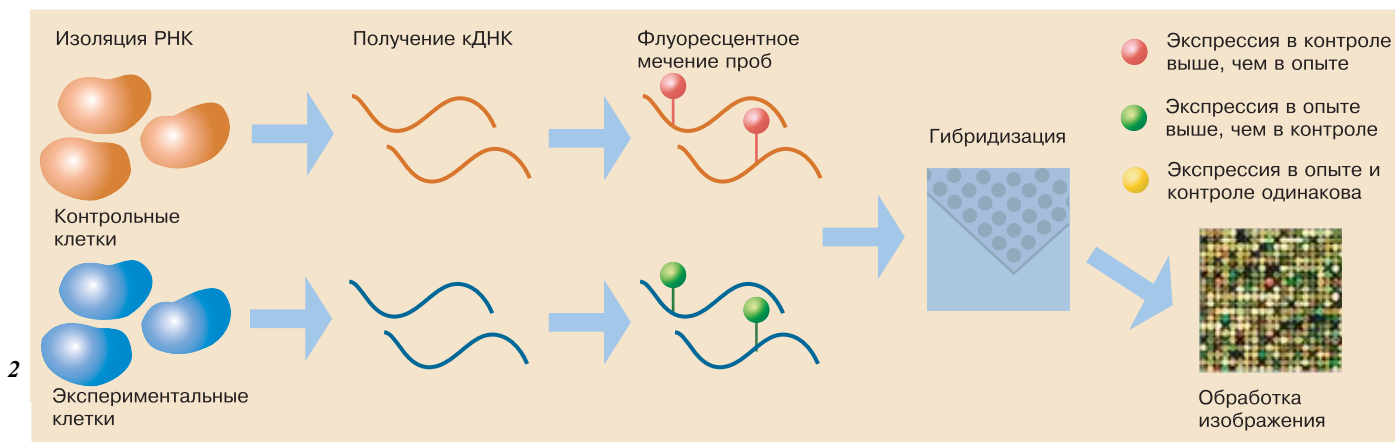
Вот типичная последовательность операций при исследовании протеома. В образце разрушают клетки и экстрагируют из них белки. Экстракт вносят в лунку в полиакриламидном геле, содержащем детергент додецилсульфат натрия, проводят электрофорез в первом направлении, затем во втором, перпендикулярном к первому, — это позволяет лучше разделить белки. Гель окрашивают и исследуют двумерную электрофореграмму белковых пятен, их количество и координаты. Потом вырезают участки геля, содержащие белки, и обрабатывают трипсином — ферментом, расщепляющим связи между аминокислотами. Короткие фрагменты белков, пептиды, анализируют с помощью масс-спектрометра: по определению их масс и отношения массы к заряду можно узнать, что это за фрагменты, и таким образом идентифицировать белок, даже не определяя его аминокислотной последовательности.

Белковые маркеры уже используются в кардиоваскулярной (сердечно-сосудистой) протеомике и онкопротеомике, и результаты весьма впечатляют.

Сердце и сосуды

Повышать вероятность возникновения и развития атеросклероза могут мутации во многих генах. Уже созданы базы данных по сотням белков протеома миокарда, уровни которых изменяются при хронических и острых сердечно-сосудистых патологиях. Например, возрастают концентрации так называемых белков теплового шока, белков митохондрий, а также белков, вовлеченных в генерирование энергии.

Можно получить массу полезной информации, беря у пациента образцы биопсии до и после хирургического вмеша-



тельства и отслеживая в них динамику протеомов. Практически при всех формах сердечной недостаточности ее начальная стадия — это компенсаторная адаптация сердечной ткани к патологическим изменениям, в частности гипертрофия левого желудочка. Довольно часто в таких случаях клинические, электрокардиографические и гемодинамические показатели недостаточно адекватно отражают возвращение к норме, а вот мониторинг кардиопротеома более информативен. Наиболее обещающие маркеры — тропонины, изоформы альфа-1-фибриногена, изоформы аполипопротеина А-1, С-реактивный белок (см. о нем и аполипопротеинах статью в «Химии и жизни», 2006, № 12) и др. В передовых клиниках хирурги уже сейчас читают кардиопротеомы так же уверенно, как кардиограммы.

Кровь — не водица

Сколько всего индивидуальных белков в плазме крови? Когда и как изменяются их уровни и о чем это говорит? Какие из них могут иметь диагностическое значение и/или быть мишенями для терапии? Проект «Протеом плазмы крови» был начат в 2002 году. По дерзости и масштабности этот проект можно сравнить с «Геномом человека». В его реализации участвуют 35 лабораторий в 13 странах. На первой стадии проекта была создана база данных о 3020 белках плазмы крови человека (www.bioinformatics.med.umich.edu/hupo/ppp; www.ebi.ac.uk/pride). На второй стадии было идентифицировано 9504 белка — на основе масс-спектрометрического определения одного или двух пептидов, и 3020 белков — с определением двух и более пептидов, что более точно). 889 белков плазмы идентифицированы с достоверностью 95%. Следующий этап — построение протеомов плазмы, характерных для различных патологий.

Быстро развивается протеомика тромбоцитов, отвечающих за свертывание крови. Сначала при анализе протеомов тромбоцитов было обнаружено, что при активации они секретируют 82 белка, но позднее выяснилось, что их более 300, причем только 37% из них были известны ранее. 28% этих белков обнаруживаются в местах атеросклеротических повреждений. Это проливает свет на возможное участие тромбоцитов в развитии атеросклероза.

Что делает опухоль опухолью

Уже известны маркерные гены, активирующиеся на ранних стадиях онкогенеза, и соответствующие им белки. Найдены маркеры, позволяющие проводить молекулярную классификацию опухолей, обнаружены предикторы («предсказатели») метастазирования, предикторы ответа на терапию. Весьма интересны данные по белку р53, подавляющему развитие опухолей, и белкам, с ним взаимодействующим. Основная проблема при внедрении онкопротеомики в практику, увы, отнюдь не научная и состоит в том, каким образом научить онкологов читать карты онкотранскриптомов и онкопротеомов, разбираться в этом сложнейшем комплексе данных.

С возникновением, прогрессированием и метастазированием опухолей связаны также изменения в синтезе микроРНК. Одни из них сверхсинтезируются, синтез других падает. Некоторые исследователи даже полагают, что именно микроРНК — если не первопричина онкогенеза, то, по крайней мере, одна из главных причин. Более 50% генов, кодирующих известные микроРНК человека, расположены в областях хромосом, связанных с онкогенезом. Некоторые микроРНК при повышении их синтеза могут функционировать как онкогены, другие, напротив, проявляют себя как супрессоры опухолей — подавляют неконтролируемую пролиферацию клеток.

Идентифицирован, в частности, комплекс микроРНК, который позволяет однозначно дифференцировать рак под-

желудочной железы от доброкачественных опухолей этого органа. (Это около 100 различных микроРНК, содержания которых в опухолях поджелудочной железы в 30–50 раз превышает норму.) В опухолях рака груди идентифицированы четыре типа микроРНК с особенно резко измененными концентрациями. Повышенные уровни микроРНК позволяют также проводить дифференциальную диагностику опухолей эндокринных желез.

Давно известно, что в хромосомах злокачественных клеток есть множество структурных аномалий, которые располагаются не случайным образом, а в специфических точках хромосом и поэтому могут служить маркерами для цитологической диагностики. Как оказалось, в таких «горячих точках» весьма часто располагаются гены, кодирующие микроРНК, и экспрессия этих генов либо повышена, либо понижена.

Однако изучение микроРНК перспективно не только для диагностики. Введение в раковые клетки синтетических или природных РНК, избирательно снижающих концентрации онкомикроРНК, — весьма эффективный метод молекулярной терапии. Ожидается, что в 2010 году мировой рынок терапевтических препаратов, созданных на основе микроРНК, составит 3,5 млрд. дол., а в 2015 году — 10,5 млрд. дол.

Понемногу о разном

Ренальная (связанная с почками) транскриптомика и протеомика достигла значительных успехов в обнаружении маркеров, свидетельствующих о почечных заболеваниях и об их динамике, о хронической и острой почечной недостаточности, о том, успешно ли приживается почка после трансплантации. В области перинатальной медицины анализ транскриптомов и протеомов амниотической жидкости и отслоившихся клеток плода позволяет определять риск спонтанных аборт и патологий развития. Иммунологи интересуются протеомы IgE антител, в особенности мониторинг изменения IgE протеомов при патологиях. Это подход уже успешно используется при диагностике аллергических патологий и астмы.

Очень интересная область — транскриптомика и протеомика эндокринных органов, как в норме, так и при патологиях. Сегодня уже интенсивно ведутся такие исследования, а результаты регулярно поступают в базу данных «Gene Expression Omnibus» (GEO, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/>). Цель этих работ — установить цепь молекулярных событий, от включения синтеза гормона до его действия в норме и при патологиях, а также обнаружить мутации, влияющие на эти процессы, и разработать методы идентификации таких мутаций. Весьма перспективен, в частности, мониторинг и прогнозирование результатов гормональной терапии многих онкологических заболеваний. Уже известен комплекс из 138 генов, активность которых изменяется в ответ на действие эстрогена при терапии некоторых видов рака груди.

Нарушать работу эндокринной системы могут самые разные синтетические и природные соединения, встречающиеся в окружающей среде. В их исследовании на современном уровне не обойтись без токсигеномики.

Гены нейропатологий

Какие гены реагируют на психологические стрессы? Что при этом происходит в цепи событий от синтеза РНК до действия кодируемых ими белков? Как и когда кратковременный стресс приводит к острым или хроническим патологиям? Согласно общепринятой точке зрения, стресс — это координированные физиологические процессы, направленные на поддержание динамического равновесия в организме в экстремальных условиях. Поэтому, разумеется, и у стресса есть свои биохимические характеристики. Уже исследован транскриптом лейкоцитов периферической крови у пациентов, страдающих депрессией.

Новые науки сказали свое слово и в терапии нейропатологий. Анализ транскриптомов и протеомов сыворотки выявил профили, предсказывающие ишемические инсульты. Также в крови обнаружены специфические профили транскриптомов и протеомов, характерные для синдрома Дауна, нейрофиброматоза, бугорчатого склероза, болезни Хаттингтона, множественного склероза, болезни Альцгеймера, синдрома Туретта и др. Идентифицировано около 330 белков, уникальных для нейродегенеративных и психиатрических нарушений. Эти белки участвуют в метаболизме, в формировании цитоскелета, передаче внутриклеточных сигналов, детоксикации и др. Протеом спинномозговой жидкости, состоящий, по крайней мере, из 250 белков, резко меняется при травматических повреждениях мозга.

Как выяснилось, в регуляции синтеза белков, необходимых для образования синапсов, ключевую роль играют микроРНК. В частности, они локализуются в местах синаптических контактов, реагирующих на внешние стимулы, и активируют ферменты протеинкиназы, которые участвуют в обеспечении таких процессов, как высшая нервная деятельность, память, обучение. Весьма похоже, что нарушения в синтезе некоторых микроРНК влияют на память и на показатели коэффициента интеллекта (IQ).

Психиатрическая геномика, транскриптомика и протеомика устанавливают, какие мутации, изменения транскриптомов и протеомов характерны для психических расстройств. Протеомика плазмы и спинномозговой жидкости пациентов, страдающих шизофренией, выявила изменения уровней аполипептидов, участвующих в метаболизме холестерина (и при нарушении метаболизма вызывают атеросклероз). Обнаружено 165 генов, мутации в которых могут приводить к аутизму.

Кроме того, транскриптомика и протеомика ищут связи между патофизиологическими, биохимическими и генетическими маркерами биполярных эмоциональных расстройств (маниакально-депрессивный психоз). Такими маркерами оказались моноаминовые нейромедиаторы, некоторые гормоны, G-белки, вовлеченные в передачу внутриклеточных сигналов. Исследования на мышах и сравнение их результатов с данными геномики эмоциональных расстройств человека показали, что примитивные молекулярные механизмы, вовлеченные в возникновение и поддержание удовольствия или боли у мышей, играют определяющую роль в реализации сложных ментальных функций у человека.

Протеомика спинномозговой жидкости пациентов с синдромом хронической усталости (см. «Химию и жизнь», 1998, № 4) и с «болезнью войны в Персидском заливе» выявила 20 белков, присутствующих у этих групп пациентов и не обнаруживаемых в норме. Но и менее экзотические тревожность и подверженность стрессам — это тоже генетически наследуемые характеристики. Оказалось, что они обусловлены мутациями в генах двух белков: 5-НТТ (серотониновый транспортер) и COMT (катехол-о-метилтрансфераза).

Геномика личности

Хотя то, о чем говорится в этом разделе, не относится к медицине, для полноты картины сказать об этом надо. Определяются ли генами и мутациями эмоциональные, ментальные и интеллектуальные особенности людей? Первые доказательства, что это так, были получены в многочисленных исследованиях монозиготных (генетически идентичных) и дизиготных (генетически разных) близнецов, которые были разлучены и росли в разных условиях. Сравнение достоверно показало, что практически по всем когнитивным, ментальным, психологическим и поведенческим характеристикам монозиготные близнецы behave like друг на друга и на своих биологических, а не приемных родителей, даже если росли не вместе.

Сегодня к генетически детерминированным личностным особенностям относят уровень интеллекта, самостоятельность и

зависимость, активность и пассивность, мнительность и тревожность, экстравертность и интровертность, чувствительность или толерантность к стрессам, альтруизм и эгоизм, агрессивность или сексуальность. В значительной мере генетически детерминируемыми считаются и такие, казалось бы, социально обусловленные особенности человека, как политические предпочтения (консерватизм, либерализм, радикализм), отношение к смертной казни, музыкальные вкусы (классическая, легкая или электронная музыка), патологическая азартность, алкоголизм, предпочтительный вид отпуска, маниакально-депрессивные психозы, шизофрения, криминальное поведение. Недавно в седьмой хромосоме были открыты гены, мутации в которых способствуют открытому поведению, повышенной общительности (экстравертности) и доброжелательности, повышенным лингвистическим способностям и к высокому уровню общих когнитивных способностей.

В данный момент известно более 150 генов, непосредственно участвующих в программировании когнитивных характеристик человека. Считается, что существенное влияние на личностные характеристики оказывают генетически обусловленные особенности работы генов, которые кодируют ферменты, отвечающие за превращения таких нейромедиаторов, как серотонин, дофамин, глутамин и др.

Интересно, что существуют гены, варианты которых определяют «национальный характер», или этнопсихологические особенности, например воинственность или миролюбие. Антропологи считают архетипом воинственности индейцев Южной Америки, в частности племя яномамо (Yanomamo), члены которого регулярно встают на тропу войны. В гене, кодирующем рецептор нейромедиатора дофамина (DRD4), у этих индейцев очень часто встречается мутация 7R, которая делает их весьма агрессивными, возбудимыми, импульсивными и несговорчивыми. У бушменов и восточноазиатских фермеров (архетипы миролюбия) такая мутация встречается крайне редко. Другие типы мутаций в этом гене приводят к гиперактивности, к повышенной конфликтности, к постоянному поиску острых ощущений. Эмоциональная сдержанность и межличностная чувствительность, характерные для японской популяции, кодируются особыми «короткими» мутантными формами гена транспортера серотонина 5HTTLPR. Есть мнение, что высокая частота встречаемости этой мутации в японской популяции — это результат отбора, удаляющего тех, у кого понижена межличностная чувствительность.

В ближайшем будущем станет возможным массовое и быстрое секвенирование геномов конкретных лиц. Сейчас стоимость секвенирования генома индивида в течение двух недель составляет 32 000 долларов. Стратегическая цель — расшифровка генома за 1000 долларов и за несколько дней — как ожидается, будет достигнута в ближайшие десять лет и сделает эту процедуру, рыночный спрос на которую уже весьма велик, высокорентабельной. Методы геномики личности, вероятно, изменят облик и медицины, и общества в целом, сделав возможным прогнозирование не только предрасположенности к заболеваниям, но также интеллектуальных, ментальных и поведенческих особенностей индивида.

Чтобы завершить на сегодня тему геномики и транскриптомики нормальных, непатологических состояний, заметим, что весьма интересные изменения в транскриптоме происходят при сне, при бодрствовании, при лишении сна и даже при ходьбе. Возможно, этот подход может быть перспективным для лечения бессонницы.

Клиническая метаболомика, или Моделирование человека

Метаболомика — построение профиля концентрации всех метаболитов в образце. Основные патологии, находящиеся в фокусе метаболомики, — метаболитический синдром, диабет, сердечно-сосудистые заболевания, патологии печени.

Метабономика основана на применении спектроскопии протонного ядерного магнитного резонанса в сочетании с компьютерным анализом образов. Эти методы уже показали высокую эффективность при обнаружении врожденных и наследственных нарушений метаболизма, вызванных эндогенными и экзогенными факторами, при диагностике многих заболеваний, при трансплантациях, при изучении токсичности лекарственных препаратов (токсикогеномика), реакций организма на лекарственные препараты (фармакогеномика), при определении индивидуальных особенностей реакции организма на различные пищевые продукты (нутриномика).

Но как осмысливать данные метабономики? Как и в какой степени соотносить их со сложнейшей общей картиной метаболизма человека? В начале 2007 года появились сообщения о том, что на факультете биоинженерии Калифорнийского университета в Сан-Диего создана база данных и компьютерная модель, в которых впервые представлены все биохимические реакции, протекающие в организме человека, связи активностей генов с обменом веществ и синтезами соответствующих белков, ферментов и метаболитов. Разумеется, карты отдельных метаболических циклов существовали и раньше, однако такая титаническая работа проделана впервые. База данных, которая теперь будет постоянно пополняться, пока включает 3300 химических реакций. Чтобы составить ее, пришлось просмотреть около 1500 книг и множество научных статей, причем без помощи компьютера, поскольку глубина анализа составляла 50 лет, а тогда электронных публикаций не было. Биохимические реакции и их взаимосвязи описаны для каждого типа клеток организма.

В компьютерную модель, созданную на основе этого массива информации, можно вводить различные исходные данные и на выходе получать результаты в виде концентраций тех или иных веществ. Систему испытали для 288 различных ситуаций, в частности проконтролировали синтезы тестостерона и эстрогена, а также метаболизм жиров, поступающих в организм с пищей. Однако недостаток модели в том, что она имеет общий характер, поэтому использовать ее с учетом особенностей индивидов пока весьма непросто.

А что с конкретными применениями метабономики в клинике? Метабономика сыворотки крови весьма точно диагностирует сердечно-сосудистые патологии и определяет их тяжесть. Изменение профилей метаболитов помогает локализовать патологии в почках, метаболомный мониторинг также обеспечивает надежное прогнозирование процессов, связанных с гемодиализом и трансплантацией. Весьма информативными оказались исследования метаболома спинномозговой жидкости при шизофрении. Они выявили серьезные нарушения регуляции уровня глюкозы. Показательно, что у пациентов с шизофренией количество случаев диабета второго типа составляет 16,8%, тогда как в среднем в популяции его встречаемость — 2–3%.

Важнейшее направление метабономики — клиническая липидномика. Нарушения липидного обмена связаны с такими заболеваниями, как атеросклероз, диабет, ожирение, болезнь Альцгеймера. Липидом — липидный профиль грубого липидного экстракта из образца — это масс-спектр, характеризующий липидный состав и концентрации всех индивидуальных липидов. Подход основан на комбинации жидкостной хроматографии и масс-спектрометрического анализа. Прогресс в липидомике достигнут благодаря разработке новых масс-спектрометрических подходов, в частности методов «мягкой ионизации», таких, как ионизация электрораспылением и матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация.

С помощью липидномики создаются метаболические сети, в которых участвуют практически все липиды и медиаторы (которые, в свою очередь, являются производными липидов). Этот подход помог установить детальное строение мембран многих типов клеток, а также разобраться в меха-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

низмах активации провоспалительных цитокинов, происходящей за счет медиаторов, связанных с липидами.

Метаболизм липидов играет важнейшую роль в функционировании нервной системы. Нарушения профиля липидов связаны с серьезными неврологическими патологиями, такими, как биполярные расстройства и шизофрения, а также с нейродегенеративными заболеваниями: болезнями Альцгеймера, Паркинсона, Неймана — Пика. Нарушения регуляции липидов наблюдаются при ишемическом инсульте. Особенно большое значение имеет нейролипидномика спинномозговой жидкости.

Говоря о роли «омик» в медицине, нельзя не сказать о фармакогеномике, которая анализирует реакции генома, транскриптома, протеома и метаболома на лекарственные препараты. Фармакогеномика предлагает решения ключевых проблем медицины — как избавиться от неопределенности, касающейся мишеней действия препарата, и как оценить последствия такого действия. Предполагается, что фармакогеномика обеспечит уход от практики проб и ошибок при разработке новых препаратов, позволит снизить их потенциальную токсичность и нежелательные побочные действия, а также начать лечение пациентов с высоким риском развития заболеваний на самых ранних стадиях.

Научное значение многомерной биологии для медицины переоценить невозможно. Этот подход уже привел к открытию механизмов возникновения и развития многих патологий. В ближайшем будущем следует ожидать появление многомерной, но единой медицинской науки, раскрывающей молекулярные механизмы патологий и объединяющей их в систему взаимодействий: *гены → РНК → белки → метаболиты → физиологические процессы → психиатрические и психические особенности → ментальные и интеллектуальные характеристики.*

Сейчас, как и прежде, в лечении участвуют трое: врач, болезнь и больной. Если врач и больной против болезни — это одно. Если болезнь и больной против врача — это, к несчастью, совсем другое. Но скоро у врача может появиться сильный союзник: компьютерная модель больного. Можно будет одновременно лечить больного и его компьютерную модель, построенную на основе геномики, транскриптомики, протеомики и метабономики пациента, и по мере лечения, соотносясь с данными мониторинга, корректировать стратегию.

И станет тогда медицина XXI века предиктивной, превентивной и персонализированной: предсказывающей, предотвращающей и ориентированной не на борьбу с отдельными болезнями, а на четко и научно индивидуализированное лечение конкретного больного.

«И сказали они: построим себе город и башню, высоту до небес...» (Бытие, 11, 4).



Глобальное потепление: катастрофа или благо?

Доктор химических наук

В.С.Арутюнов,

заведующий лабораторией окисления углеводов Института химической физики им. Н.Н.Семенова РАН

Уже более десятилетия в центре внимания мировой общественности находится вопрос о возможности глобального потепления. Если судить по новостным лентам интернет-сайтов и заголовкам газет, может показаться, что это самая актуальная научная, социальная и экономическая проблема, стоящая сегодня перед человечеством. Щедро финансируемые митинги и саммиты регулярно проводятся в различных уголках земного шара, собирая прочно сложившуюся когорту борцов с надвигающейся катастрофой. Ратификация Киотского протокола преподносилась борцами с глобальным потеплением как высшая цель мирового сообщества, и на США и Россию как крупнейшие страны, сомневающиеся в целесообразности этого шага, оказывалось беспрецедентное давление (в результате нас действительно удалось «добавить»).

Учитывая огромную цену, которую придется заплатить не только России, но и другим странам при практической реализации Киотского протокола, и далеко не очевидные глобальные последствия, стоит еще раз проанализировать, насколько велика угроза и каким образом мы можем, если можем вообще, повлиять на ход событий.

Суть жизни — прогнозирование: любой живой организм пытается угадать грядущие изменения окружающей среды, чтобы адекватно на них реагировать. Неудивительно, что попытки предвосхитить будущее (сегодня мы называем это футурологией) стали одним из первых проявлений осознанной человеческой деятельности. Но то ли во все времена пессимистические прогнозы оказывались более реалистичными, то ли человеческая психика более восприимчива именно к ним, так или иначе, тема грядущей глобальной катастрофы всегда была одной из самых актуальных. Легенды о всемирном потопе в прошлом и неминуемом Апокалипсисе в будущем можно найти практически во всех религиях и учениях. По мере развития цивилизации менялись лишь детали и сроки, но не суть прогноза.

Сюжет был хорошо разработан еще в древности, и современность мало что сумела добавить: пророчества Нострадамуса сейчас так же популярны, как и при жизни автора. И сегодня, как тысячи лет назад, не успевает пройти предсказанный срок очередной вселенской катастрофы, как уже на подходе новая. Едва спала атомная фобия 50–60-х годов прошлого века, как мир узнал о надвигающейся «озо-



новой» катастрофе, под дамокловым мечом которой прошел почти весь конец XX века. Но еще не просохли чернила под Монреальским протоколом о запрете производства хлорфторуглеродов (скептики до сих пор сомневаются в реальности угрозы и истинных мотивах инициаторов), как Киотский протокол 1997 года возвестил миру о еще более страшной угрозе глобального потепления.

Сейчас этот символ грядущей расплаты человечества за «излишества» и «грехи» индустриализации успешно конкурирует в СМИ с сенсациями из жизни поп-звезд и новостями спорта. Апологеты «экорелигии» призывают человечество покаяться в содеянном и бросить все силы и ресурсы на замаливание грехов, то есть положить на алтарь новой веры значительную долю своего нынешнего и будущего благосостояния. Но, как известно, когда вас призывают делать пожертвования, необходимо тщательно следить за кошельком.

Хотя политическое решение по проблеме уже принято, есть смысл обсудить некоторые принципиальные вопросы. Все-таки до серьезных экономических последствий потепления даже по самым мрачным сценариям еще несколько десятилетий. Кроме того, российские власти никогда не грешили пунктуальностью в соблюдении законов и выполнении принятых обязательств. А как учил мудрый Лао-Цзы, часто именно в бездействии правителей благо для подданных. Попытаемся ответить на несколько наиболее важных вопросов:

Как велики реально наблюдаемые климатические изменения?

Обычно утверждают, что температура поднялась на 0,6°C за прошедшее столетие, хотя до сих пор, видимо, нет даже единой методики определения этого параметра. Например, спутниковые данные дают более низкое значение, чем наземные измерения, — всего 0,2°C. При этом остаются сомнения в адекватности климатических наблюдений, проводившихся сто лет назад, современным наблюдениям и в достаточной широте их географического охвата. К тому же естественные флуктуации климата в масштабах столетия даже при постоянстве всех внешних параметров как раз и составляют примерно 0,4°C. Так что угроза носит скорее гипотетический характер.

Могут ли наблюдаемые изменения быть вызваны естественными причинами?

Это один из самых болезненных вопросов для борцов с глобальным потеплением. Есть множество вполне естественных причин, вызывающих такие и даже более заметные климатические колебания, а глобальный климат может испытывать сильные флуктуации и без всяких внешних воздействий. Даже при фиксированном уровне солнечной радиации и постоянной концентрации парниковых газов на протяжении столетия колебание средней температуры поверхности может достигать 0,4°C (этой проблеме была посвящена статья в «Nature», 1990, т.346, с.713). В частности, благодаря огромной тепловой инерции океана хаотические изменения в атмосфере способны вызывать последствие, сказывающееся десятилетия спустя. И для того чтобы наши попытки воздействовать на атмосферу давали нужный эффект, они должны заметно превышать естественный флуктуационный «шум» системы.

Каков вклад антропогенного фактора в атмосферные процессы?

Современные антропогенные потоки основных парниковых газов почти на два порядка ниже их естественных потоков и в разы ниже неопределенности в их оценке. В черновом отчете IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 1995 года сообщалось, что «любые заявления о значительной перемене климата спорны, пока не снижено количество неопределенных переменных, отвечающих за естественную изменчивость климатической системы». И там же: «Нет исследований, в которых с определенностью говорится, что все или часть зафиксированных изменений климата вызваны причинами антропогенного характера». Позже эти слова были заменены другими: «Соотношение доказательств наводит на мысль о явном влиянии человека на климат», хотя никаких дополнительных данных, обосновывающих этот вывод, представлено не было.

Более того, темпы, с которыми изменяется климатическое воздействие парниковых газов, отнюдь не коррелируют с потреблением углеводородного топлива, основного источника их антропогенных выбросов. Например, в начале 1940-х годов, когда темпы роста потребления топлива упали, глобальная температура росла особенно быстро, а в 1960–1970-х, когда потребление углеводородов быстро росло, глобальная температура, наоборот, снижалась. Несмотря на 30%-ное увеличение объема добычи углеродного топлива с 70-х к концу 90-х годов, скорость нарастания концентрации диоксида углерода и закиси азота за этот период резко замедлилась, а метана даже пошла на убыль.

Всю глубину нашего непонимания глобальных природных процессов особенно наглядно демонстрирует ход изменения концентрации метана в атмосфере. Начавшись за 700 лет до промышленной революции — еще во времена викингов, — этот процесс сейчас так же неожиданно остановился при продолжающемся росте добычи и соответственно антропогенной эмиссии углеводородов. Согласно данным двух независимых исследовательских групп из Австралии, а также из США и Нидерландов, в последние четыре года уровень метана в атмосфере остается постоянным.

А каковы естественные климатические и атмосферные тенденции?

Этот вопрос сторонники экстренных мер по вполне понятным причинам тоже не любят обсуждать. Здесь мы сошлемся на мнение известных отечественных специа-



РАССЛЕДОВАНИЕ

листов в этой области (А.Л.Яншин, М.И.Будыко, Ю.А.Израэль. Глобальное потепление и его последствия: Стратегия принимаемых мер. В сб.: Глобальные проблемы биосферы. — М.: Наука, 2003).

«Изучение изменений химического состава атмосферы в геологическом прошлом показало, что на протяжении миллионов лет преобладала тенденция к убыванию количества углекислого газа в атмосфере. <...> Этот процесс приводил к понижению средней температуры нижнего слоя воздуха из-за ослабления парникового эффекта в атмосфере, что, в свою очередь, сопровождалось развитием оледенений сначала на высоких, а затем в средних широтах, а также аридизацией (опустыниванием. — *Примеч. ред.*) обширных территорий в более низких широтах.

Наряду с этим при пониженном количестве углекислого газа снижалась интенсивность фотосинтеза, что, по-видимому, уменьшало общую биомассу на нашей планете. Особенно резко указанные процессы проявлялись в ледниковые эпохи плейстоцена, когда количество углекислого газа в атмосфере неоднократно приближалось к 200 млн⁻¹. Эта концентрация незначительно превосходит критические значения концентрации, из которых одно соответствует оледенению всей планеты, а другое — понижению фотосинтеза до пределов, делающих невозможным существование автотрофных растений. <...> Не касаясь деталей отдаленной возможности гибели биосферы в результате ее естественного развития, отметим, что вероятность такой гибели представляется значительной».

Таким образом, если человечеству и грозит в будущем климатическая катастрофа, то не из-за чрезмерного повышения, а, наоборот, из-за понижения температуры! Напомним, что, согласно современным геологическим представлениям, мы живем как раз в пике межледниковой эпохи, и в ближайшее время ожидается начало очередного ледникового периода. И вот заключение авторов: «Сжигая все возрастающее количество угля, нефти и других видов углеродного топлива, человек встал на путь восстановления химического состава атмосферы теплых эпох геологического прошлого. <...> Человек непреднамеренно прекратил опасный для живой природы процесс истощения углекислого газа — главного ресурса в создании органического вещества автотрофными растениями, и сделал возможным повышение первичной продуктивности, которая является основой для существования всех гетеротрофных организмов, включая человека».

Каков масштаб ожидаемых климатических изменений?

В различных сценариях ожидаемое к концу столетия изменение средней температуры варьирует от повышения на 10° до ее снижения относительно современного уровня. Обычно оперируют как «наиболее вероятным» средним значением в 2–3°C, хотя от усреднения эта величина

на не становится более обоснованной. На самом деле подобный прогноз должен учитывать не только основные процессы в сложнейшей природной машине, определяющей климат нашей планеты, но и научные, технологические и социологические достижения человечества на столетие вперед.

Понимаем ли мы сегодня, как формируется климат Земли, и если нет, то поймем ли в ближайшем будущем? Все специалисты в этой области уверенно дают отрицательный ответ на оба вопроса. А можем ли мы прогнозировать техногенное и социальное развитие цивилизации на ближайшие сто лет? И вообще, каков временной горизонт более или менее реального прогноза? Ответ также вполне очевиден. Наиболее консервативные и в то же время определяющие отрасли современной экономики — энергетика, сырьевая отрасль, тяжелая и химическая промышленность. Капитальные затраты в этих отраслях столь велики, что оборудование практически всегда используется до полной выработки ресурса — около 30 лет. Следовательно, промышленные и энергетические предприятия, которые сейчас вводятся в строй, будут определять технологический потенциал мира в течение первой трети столетия. Учитывая, что все остальные отрасли (например, электроника и связь) эволюционируют куда быстрее, более чем на 30 лет вперед лучше не загадывать. В качестве курьезного примера, показывающего цену более смелых прогнозов, часто вспоминают опасения футурологов конца XIX века, предрекавших, что улицы Лондона будут завалены конским навозом, хотя первые автомобили уже появились на дорогах Англии.

Кроме того, согласно алармистским сценариям, основной источник опасности — углеводородные энергоресурсы: нефть, уголь и газ. Однако по прогнозам тех же футурологов даже при самом экономном расходовании человечеству хватит этих ресурсов как раз примерно на столетие, а снижение объемов добычи нефти ожидается уже в ближайшие десять лет. Учитывая близость нового ледникового периода, видимо, можно только сожалеть о кратковременности «углеводородной эпохи» в истории мировой энергетики.

Сталкивалось ли человечество ранее со столь масштабными климатическими изменениями?

О да! И еще с какими! Ведь повышение глобальной температуры на 10°C после окончания ледникового периода вызвало не только экологическую, но и настоящую экономическую катастрофу, подорвав основы хозяйственной деятельности первобытного человека — охотника на мамонтов и крупных копытных животных тундровой фауны. Однако человечество не только выжило, но именно благодаря этому событию, найдя достойный ответ вызову природы, поднялось на новую ступень, создав цивилизацию.

Как показывает пример наших предков, реальной угрозы существованию человечества (а тем более жизни на Земле, как это иногда утверждают) повышение глобальной температуры не несет. Последствия ожидаемой сегодня масштабной перестройки климата достаточно хорошо можно представить, рассматривая относительно близкую нам эпоху плиоцена (период от 5 до 1,8 млн. лет назад), когда появились первые прямые предки человека. Средняя температура поверхности тогда превышала современную более чем на 1°C. И если наши первобытные предки сумели пережить и ледниковый период, и потепление, которое последовало за ним, то даже неудобно так низко оценивать наш собственный потенциал.

Заметные изменения климата происходили и в течение исторического периода существования цивилизации:

это показали данные палеоклиматических исследований и исторических хроник. Изменения климата становились причиной возникновения и гибели многих великих цивилизаций, однако не несли угрозы человечеству в целом. (Достаточно вспомнить упадок скотоводства в Сахаре, цивилизации Месопотамии, Тангутского царства в Северном Китае; подробнее о роли климатических изменений в истории культуры можно прочитать в книге Л.Н.Гумилева «Этногенез и биосфера Земли».)

Каковы потенциальные последствия климатических изменений, с одной стороны, и экономическая цена наших усилий снизить их темп — с другой?

Одним из самых угрожающих последствий глобального потепления принято считать подъем уровня Мирового океана на десятки метров, который произойдет при полном таянии ледников Гренландии и Антарктиды. Алармисты обычно забывают уточнить, что при самых неблагоприятных обстоятельствах на это потребуется более 1000 лет! Реальное же повышение уровня океана за прошедшее столетие составило 10—20 см при значительно большей амплитуде трансгрессии и регрессии береговой линии в результате тектонических процессов. В ближайшие сто лет ожидается подъем уровня океана не более чем на 88 см, что вряд ли способно дезорганизовать мировую экономику. Подобное повышение уровня моря может вызвать лишь постепенную миграцию небольшой части населения планеты — явление куда менее трагичное, чем ежегодная гибель от голода десятков миллионов людей. А о том, как через тысячу лет справятся с потоком наши далекие потомки, нам вряд ли стоит беспокоиться (вспомним «проблему конского навоза»!). Кто возьмется предсказать, как изменится к тому времени наша цивилизация, и будет ли эта проблема в числе актуальных?

Пока что ожидаемый к 2050 году ежегодный ущерб мировой экономике из-за прогнозируемого повышения температуры оценивается всего в 300 млрд. дол. Это менее 1% современного мирового ВВП. А во что обойдется борьба с потеплением?

Институт «Всемирная вахта» (Worldwatch Institute) в Вашингтоне считает, что необходимо ввести «углеродный налог» в размере 50 дол. за 1 т углерода, чтобы стимулировать снижение потребления ископаемого топлива, улучшить технологии его сжигания и ресурсосбережения. Но по оценкам того же института, такой налог повысит стоимость 1 л бензина на 4,5 цента, а стоимость



1 кВт-ч электроэнергии – на 2 цента (то есть почти в два раза!). А для широкого внедрения солнечных и водородных источников энергии этот налог должен составлять уже от 70 до 660 дол. на 1 т.

Затраты на выполнение условий Киотского протокола оцениваются в 1–2% мирового ВВП, в то время как оценка положительного эффекта не превышает 1,3%. Кроме того, климатические модели предсказывают, что для стабилизации климата потребуется значительно большее снижение эмиссии, чем предусмотренное протоколом возвращение к уровню 1990 года.

Здесь мы подошли к еще одному принципиальному вопросу. Активисты «зеленых» движений часто не отдают себе отчета в том, что абсолютно все природоохранные мероприятия требуют расхода ресурсов и энергии и, как любой вид производственной деятельности, вызывают нежелательные экологические последствия. С точки зрения глобальной экологии безвредной производственной деятельности не бывает. Та же «альтернативная» энергетика при полном учете всех выбросов в окружающую среду в процессе производства, эксплуатации и утилизации необходимого сырья и оборудования, например солнечных панелей, сельскохозяйственных машин, углеводородного топлива, водорода и т. п., в большинстве случаев оказывается более опасной, чем угольная энергетика.

«До сих пор в представлении большинства людей негативные экологические последствия хозяйственной деятельности ассоциируются с дымящимися заводскими трубами или мертвой поверхностью заброшенных карьеров и промышленных свалок. Действительно, вклад в отравление окружающей среды таких отраслей промышленности, как металлургия, химическая промышленность, энергетика, велик. Но не меньшую опасность для биосферы представляют идиллические сельскохозяйственные угодья, ухоженные лесопарки и городские газоны. Разомкнутость локального круговорота в результате хозяйственной деятельности человека означает, что существование искусственно поддерживаемого в стационарном состоянии участка сопровождается ухудшением состояния окружающей среды в остальной части биосферы. Цветущий сад, озеро или река, поддерживаемые в стационарном состоянии на базе разомкнутого круговорота веществ с доведенной до максимума продуктивностью, гораздо опаснее для биосферы в целом, чем заброшенная, превращенная в пустыню земля» (из книги В.Г.Горшкова «Физические и биологические основы устойчивости жизни». М.: ВИНТИ, 1995).

Поэтому в глобальной экологии стратегия превентивных мер неприменима. Необходимо произвести количественный расчет оптимального баланса между желаемым результатом и затратами на снижение ущерба для окружающей среды. Стоимость предотвращения эмиссии тонны диоксида углерода доходит до 300 долларов при стоимости углеводородного сырья, дающего при сжигании эту тонну, менее 100 долларов (напомним, что 1 т углеводорода дает 3 т CO_2), и это значит, что мы в разы увеличиваем наши общие энергозатраты, стоимость получаемой энергии и скорость истощения дефицитных углеводородных ресурсов. Кроме того, даже в США на 1 млн дол. произведенного ВВП выбрасывается 240 т CO_2 (в других странах значительно больше, например, в России – в пять раз!), причем большая часть ВВП приходится на непроизводственные, то есть не эмитирующие CO_2 отрасли. Получается, что затрата 300 дол. на утилизацию 1 т углекислого газа приведет к дополнительной эмиссии как минимум нескольких сотен килограммов того



РАССЛЕДОВАНИЕ

же CO_2 . Таким образом, мы рискуем запустить гигантскую машину, вхолостую сжигающую наши и без того скудные энергетические ресурсы. Видимо, подобные расчеты и побудили США отказаться от ратификации Киотского протокола.

Но ведь существует и принципиально другой подход. Вместо того чтобы тратить силы и ресурсы на борьбу с неизбежным, нужно оценить, а не будет ли дешевле приспособиться к переменам, постараться извлечь из них выгоду. И тогда окажется, что уменьшение поверхности суши за счет ее частичного затопления с лихвой окупится увеличением используемой территории в той же Сибири, а со временем и в Гренландии, и в Антарктиде, а также за счет повышения общей продуктивности биосферы. Увеличение содержания углекислого газа в воздухе будет полезно для большинства культурных растений. Это становится понятным, если вспомнить, что роды, к которым относятся современные культурные растения, появились в раннем плиоцене и позднем миоцене, когда содержание углекислого газа в атмосфере достигало 0,4%, то есть было на порядок выше современного. Экспериментально показано, что удвоение концентрации CO_2 в атмосферном воздухе может привести к 30%-му увеличению урожая некоторых сельскохозяйственных культур, а это исключительно важно для быстро растущего населения планеты.

Кто и почему выступает за ратификацию Киотского протокола?

Наиболее активную позицию в борьбе с глобальным потеплением занимают западноевропейские политики и общественность. Чтобы понять причины столь эмоционального отношения европейцев к этой проблеме, достаточно взглянуть на географическую карту. Западная Европа находится в той же широтной полосе, что и Сибирь. Но какой климатический контраст! В Стокгольме, на одной широте с Магаданом, стабильно вызревает виноград. Подарок судьбы в виде теплого течения Гольфстрим стал экономической основой европейской цивилизации и культуры.

Поэтому европейцев тревожит отнюдь не глобальное потепление и судьба рискованного остатка без территории населения Бангладеша, а локальное похолодание в Западной Европе, которое может стать следствием перестройки океанических и атмосферных потоков при значительном повышении глобальной температуры. Хотя сейчас никто не в состоянии даже приблизительно определить пороговую температуру начала такой перестройки, ее последствия для исторических центров западноевропейской цивилизации могут быть весьма серьезными.

Европейские политики занимают, как правило, наиболее жесткую и бескомпромиссную позицию на переговорах по этим вопросам. Но и мы должны понимать, каковы их мотивы. Действительно ли мы так близко к сердцу принимаем судьбу западноевропейцев, что готовы



пожертвовать своим будущим ради сохранения их благополучия? Кстати говоря, в потеплевшей Сибири хватит места на всех европейцев, и, может быть, новые переселенцы наконец-то ее обустроят.

Есть и более прозаическая причина, заставляющая европейцев бороться за принятие Киотского протокола. Ни для кого не секрет, что Западная Европа потребляет около 16% мировых энергоресурсов. Острая нехватка энергии вынуждает европейцев активно внедрять дорогие энергосберегающие технологии, и это подрывает их конкурентоспособность на мировом рынке. С этой точки зрения Киотский протокол — гениальный ход: навязать потенциальным конкурентам такие же жесткие нормы энергопотребления, а заодно создать рынок для сбыта своих энергосберегающих технологий. Американцы отказались добровольно наложить на себя ограничения, подрывающие их экономику и выгодные западноевропейским конкурентам. Китай, Индия и другие развивающиеся страны, главные конкуренты промышленных держав Старого Света, в том числе и России, — тоже. Похоже, только мы не боимся, что в результате подписания протокола наша конкурентоспособность упадет ниже нынешнего, примерно 55-го места в мировом рейтинге...

Что получит и что потеряет Россия от участия или неучастия в Киотском протоколе?

Климат России — самый суровый на земном шаре. Погоду в северных странах Европы делает теплый Гольфстрим, а в Канаде практически все население живет вдоль границы с США, то есть много южнее Москвы. Это одна из главных причин того, что на единицу произведенного ВВП Россия затрачивает в пять раз больше энергии (и производит больше CO_2 !), чем США и европейские страны. Стране, более 60% территории которой находится в зоне вечной мерзлоты, доходящей в Забайкалье практически до нашей южной границы, бороться с потеплением как-то нелепо. По оценкам экономистов, повышение среднегодовой температуры на один градус снижает стоимость содержания каждого рабочего места в два раза. Получается, что мы добровольно соглашаемся участвовать в борьбе с естественной возможностью удвоения нашего экономического потенциала, хотя такое удвоение президент официально провозгласил целью государственной политики!

Мы не беремся обсуждать политические выгоды от демонстрации единства с Европой в вопросе о Киотском

протоколе. Возможность заработать на «торговле воздухом» (то есть квотами на выброс CO_2) тоже нет смысла рассматривать серьезно. Во-первых, мы уже поставлены в самый конец длинной очереди потенциальных продавцов, после всех новых членов ЕС, стран Северной Африки и Ближнего Востока. Во-вторых, при назначенной цене в 5 евро за квоту в 1 т CO_2 (при реальной цене в 300 дол.!) выручка будет несопоставима с нашим сегодняшним нефтегазовым экспортом. А в-третьих, при прогнозируемых темпах развития российской экономики еще до 2012 года нам придется думать не о продаже, а о покупке квот. Если только ради демонстрации европейского единства мы не пойдем и на добровольное ограничение своего экономического развития.

Такая возможность кажется невероятной, но напомним, что с 2000 года в соответствии с Монреальским протоколом в России прекращено производство веществ, приводящих к разрушению озонового слоя. Поскольку к этому сроку Россия не успела разработать и внедрить собственные альтернативные технологии, это привело к практически полной ликвидации российского производства аэрозолей и холодильного оборудования. А внутренний рынок захватили иностранные, в основном западноевропейские производители. К сожалению, теперь история повторяется: энергосбережение — отнюдь не самая сильная сторона российской энергетики и своих энергосберегающих технологий у нас нет...

Вопиющая несправедливость Киотского протокола по отношению к России заключается еще и в том, что бореальные леса России площадью 8,5 млн. км² (или 22% площади всех лесов Земли) аккумулируют 323 Гт углерода в год. Никакая другая экосистема Земли не может в этом сравниться с ними. По современным представлениям, влажные леса тропиков, которые иногда называют «легкими планеты», поглощают примерно столько же CO_2 , сколько освобождается при деструкции производимого ими органического вещества. А вот леса умеренного пояса к северу от 30° с. ш. накапливают 26% углерода на Земле (<http://epa.gov/climatechange/>). Только одно это позволяет России требовать особого подхода — например, выделения мировым сообществом средств на компенсацию ущерба от ограничения хозяйственной деятельности и охрану природы в этих регионах.

Предотвратят ли потепление меры, предусмотренные Киотским протоколом?

Увы, на этот самый главный вопрос даже сторонники протокола вынуждены давать отрицательный ответ. Согласно климатическим моделям, если не контролировать эмиссию парниковых газов, то к 2100 году концентрация диоксида углерода может увеличиться на 30—150% по сравнению с современным уровнем. Это может привести к увеличению средней глобальной температуры земной поверхности на 1—3,5°C к 2100 году (при значительных региональных вариациях этой величины), что, безусловно, вызовет серьезные последствия для экосферы и хозяйственной деятельности. Однако если предположить, что условия протокола будут выполнены за счет снижения эмиссии CO_2 , сокращение концентрации диоксида углерода в атмосфере по сравнению со сценарием, в котором вообще отсутствует регулирование эмиссии, составит к 2100 году от 20 до 80 ppm. В то же время для стабилизации его концентрации на уровне хотя бы 550 ppm необходимо сокращение минимум на 170 ppm. Во всех рассмотренных сценариях результирующее влияние этого на изменение температуры оказывается незначительным: всего 0,08 — 0,28°C. Таким образом, реальный ожи-

даемый эффект Киотского протокола сводится к демонстрации верности «экологическим идеалам». Но не слишком ли высока цена за демонстрацию?

Является ли проблема глобального потепления важнейшей из тех, с которыми сейчас столкнулось человечество?

Еще один неприятный для поборников «экологических идеалов» вопрос. То, что третий мир давно потерял интерес к этой проблеме, наглядно показал саммит 2002 года в Йоханнесбурге, участники которого констатировали, что борьба с нищетой и голодом более важна для человечества, нежели возможное в отдаленном будущем изменение климата. Со своей стороны, американцы, прекрасно понимающие всю подоплеку происходящего, были справедливо возмущены попыткой решить европейские проблемы за их счет, тем более что в ближайшие десятилетия основной прирост антропогенной эмиссии парниковых газов придется на технологически отсталую энергетику развивающихся стран, не попадающую под регулирование Киотским протоколом.

Как выглядит эта проблема в контексте дальнейшего развития цивилизации?

Конфликт человека с Природой — отнюдь не следствие нашей «экологической нечистоплотности». Его суть в нарушении цивилизацией биосферного равновесия, и с этой точки зрения как пасторально-патриархальное сельское хозяйство, так и мечта «зеленых» — «возобновляемая» энергетика несут ничуть не меньшую угрозу, чем громко проклинаямая индустриализация. По оценкам, которые приводятся в уже упоминавшейся книге В.Г.Горшкова, для сохранения стабильности биосферы цивилизация не должна потреблять свыше 1% чистой первичной продукции глобальной биоты. Современное же прямое потребление биосферной продукции суши уже почти на порядок больше, а доля освоенной и преобразованной части суши превысила 60%.

Природа и Цивилизация — по сути своей антагонисты. Цивилизация стремится использовать накопленный Природой потенциал как ресурс своего развития. А для системы природных регуляторов, отлаженной за миллиарды лет существования биосферы, деятельность Цивилизации — возмущающее влияние, которое для возвращения системы к равновесию необходимо подавить.

Первое и наиболее естественное желание, из которого интуитивно исходят все борцы за «экологические приоритеты», — это вписаться в Природу, продолжая паразитировать на огромном стабилизирующем потенциале биосферы. Но надо отдавать себе отчет, что это потребует сокращения объема хозяйственной деятельности человечества и самой численности нашего вида минимум на порядок! Готовы ли мы к этому и как мы это собираемся осуществить? Да и похоже, что мы уже прошли поворотную точку на этом пути. Безусловно, Природу необходимо беречь, чтобы она как можно дольше демпфировала наше падение в неизвестность. Но судя по всему, пути «естественного развития» Природы и Цивилизации уже разошлись, и это было неизбежно, а значит, тоже естественно.

С самого зарождения нашей планеты суть происходящей на ней эволюции материи — в ускорении процессов трансформации вещества и энергии. Только оно способно поддерживать стабильное развитие таких сложных неравновесных систем, как Биосфера или Цивилизация. На протяжении всего существования нашей планеты и всей человеческой истории непрерывно ускорялись процессы возникновения новых, все более сложных биологических, а затем истори-



РАССЛЕДОВАНИЕ

ческих и технологических форм организации материи. Это основной принцип эволюции, который нельзя отменить или обойти. Соответственно наша цивилизация или остановится в своем развитии и погибнет (и тогда на ее месте неизбежно возникнет что-то иное, но подобное по сути), или будет эволюционировать, перерабатывая все большие объемы вещества и рассеивая в окружающее пространство все больше энергии. Поэтому попытка вписаться в Природу — это стратегически тупиковый путь, который рано или поздно все равно приведет к прекращению развития, а затем к деградации и гибели. Эскимосы Севера и папуасы Новой Гвинеи прошли большой и сложный путь, в результате которого идеально вписались в окружающую природу — но заплатили за это остановкой своего развития. Такой путь можно рассматривать лишь в качестве тайм-аута в преддверии качественного изменения характера цивилизации.

Другой путь — взять на себя все функции управления природными процессами, заменив биосферный механизм гомеостаза искусственным, то есть создать техносферу. Именно на этот путь, возможно не до конца осознавая это, толкают нас сторонники регулирования климатических процессов. Но объем информации, циркулирующий в техносфере, на многие порядки уступает тому, что циркулирует в биосфере, поэтому надежность такой техносферной регуляции пока слишком низка, чтобы гарантировать человечеству спасение от гибели. Начав с искусственного регулирования «гибнущего» озонового слоя, мы уже вынуждены задуматься о негативных последствиях избытка атмосферного озона. И попытка регулирования концентрации парниковых газов — это только начало бесконечных и безнадёжных поисков замены естественных биосферных регуляторов искусственными.

Третий и наиболее реальный путь — это коэволюция (по Н.Н.Моисееву) Природы и Цивилизации, — взаимная адаптивная трансформация. Каким будет результат, мы не знаем. Но можно предположить, что неизбежное изменение климата и других природных условий на поверхности Земли станет началом движения к новому глобальному равновесию, новому глобальному единству Природы и Цивилизации.

На фоне бурных социальных и экономических процессов, происходящих в современном мире, и реальных проблем, стоящих перед многомиллиардным населением планеты, на пороге кардинального изменения характера Цивилизации и ее взаимоотношений с Природой попытка регулирования климата, скорее всего, сойдет на нет естественным образом, как только дело дойдет до реальных затрат. На примере озоновой истории России уже имеет печальный опыт участия в решении глобальных проблем. И хорошо бы нам не повторять однажды сделанных ошибок, потому что, если отечественную энергетику постигнет судьба отечественной хрупкой промышленности, нас не спасет даже самое страшное глобальное потепление.

Статья опубликована полностью в «Журнале Российского химического общества им.Д.И.Менделеева», 2005, т. XLIX, № 4.



Художник Е. Станикова

Цепная реакция ЖИЗНИ

А. В. Бутюгин

Все знают о существовании двух видов цепных реакций: ядерной и горения (окисления). Их схема представляет собой набор разветвляющихся линий, исходящих из единого центра, с которым связано первичное событие, например попадание теплового нейтрона в ядро урана. А существуют ли цепные реакции в живой природе? Существуют, и в этом можно убедиться, если схематически представить развитие любого вида живых существ. Поясню это на примере двух персонажей известного парадокса про яйцо и курицу. Яйцо дает курицу, в которой заложено множество будущих яиц. Петух дает «тепловые



нейтроны», которые запускают реакцию. Курица за свою жизнь откладывает определенное количество яиц, из которых появляются новые курицы с зародышами яиц, — это параллельные ветви реакции. Таким образом, от одного яйца идет разветвленная цепь образования куриц и яиц.

На основании вышесказанного позволю себе утверждать, что цепная реакция — это характерное свойство материи, и оно дает возможность множественного развития, начавшегося в момент Большого взрыва. Причем на каждой ветви цепной реакции должны существовать параллельные линии развития, которые приводят к близким последствиям. Отсюда следует важный вывод: в параллельных нам линиях развития вероятность появления жизни и разума довольно высока, поскольку близка и вероятность одинаковых условий. При этом уровень развития жизни и разума в параллельных нам линиях едва ли окажется выше нашего. Действительно, в чем могли бы быть причины резкого ускорения их развития?

Рассмотрим один из элементов цепной реакции в развитии цивилизации. Назовем его эстафетным. В качестве модели возьмем Солнечную систему. Предположим, что жизнь и разум в ней существуют на двух планетах — Земле (сегодня) и Марсе (вчера). Марс дальше Земли от Солнца, и там, естественно, по мере охлаждения нашей звезды раньше возникли подходящие условия, а именно появилась жидкая вода. Поэтому цивилизация на Марсе должна была возникнуть намного раньше. В результате у нее вполне хватило бы времени для того, чтобы достаточно развиться, засеять Землю «семенами» жизни и позднее переселиться на нее, когда условия на Марсе изменятся. Иными словами, осуществить то, что ныне по отношению к Марсу называется терраформированием: превращение этой планеты в убежище для землян на случай катастрофы планетарного масштаба вроде ядерной войны или удара метеорита. Однако вряд ли надежды на Марс в этом случае оправданны: по мере остывания Солнца третьей планетой, пригодной для жизни, вероятнее всего, может стать Венера. Может стать, если мы сохраним и разовьем нашу цивилизацию.

Почему исчезла жизнь на Марсе? Если мы потомки марсиан, то причина этого вполне понятна. Развитие цивилизации, которая нерационально использует ресурсы и особенно энергию, неизбежно должно привести к экологической катастрофе планетарного масштаба. Чтобы оттянуть время гибели цивилизации, марсиане вынуждены были начать экспансию по Солнечной системе. Ближайшая планета с благоприятными для них условиями — это Земля. Жизнь на Земле они посеяли, но свои нравы и привычки изменить не смогли, и те достались нам в качестве «генетической памяти». Поэтому мы и готовим дальнейшую космическую экспансию. Первым шагом, с учетом уровня готовности условий Венеры или Марса по принятию жизни, будет превращение Луны в перевалочную базу. Вероятно, что и марсиане использовали Фобос,

Деймос и Луну в этом же качестве. Именно на Луне могли быть первые «земные» поселения марсиан.

Почему же ныне нет на Земле отчетливых воспоминаний о марсианах? Почему они не выжили на Земле? Можно дать, по крайней мере, два ответа. Во-первых, проект по ареоформированию Земли мог затянуться, и им пришлось слишком долго жить в космосе или на Луне. Привычка к низкой гравитации могла помешать длительному пребыванию в условиях гравитации высокой. Это объясняет мифы с периодическими прилетами-улетами богов. Возможно также, что пребывание на Луне могло повлиять и на способность размножаться.

Во-вторых, часть марсиан, которым удалось адаптироваться, стали жертвами собственных привычек: они не захотели отказаться от благ цивилизации. Поддержание высокого уровня жизни требует больших затрат энергии. Ради этого они могли поселиться в местах сейсмической и вулканической активности, где выбрасываются почти дармовая энергия, или применили технологии получения энергии из мантии Земли (сверхглубокое бурение). Миф об Атлантиде вполне вписывается в этот вариант. Природный катаклизм, естественный или стимулированный, привел к катастрофе. Впрочем, в научной фантастике подробно рассмотрены процессы деградации технологического общества в инопланетных поселениях землян после того, как они оказываются оторванными от источника новой техники, а старые машины приходят в негодность: за несколько поколений все заканчивается возвращением в каменный век или ранний феодализм.

Откуда могли появиться сами марсиане? Естественно, с тех планет, что за Марсом. Мы уже подозреваем существование жизни или ее следов на каких-то планетах или их спутниках (Европа, например). Но ясно одно: экспансия жизни в Солнечной системе должна идти с периферии к центру, в сторону остывающего Солнца. Возможно, то же самое следует предполагать и в случае всей Вселенной: жизнь в ней должна зарождаться на относительно холодной периферии того или иного объекта и со временем перемещаться к центру. Другие аналогичные Земле периферийные миры находятся очень далеко и, более того, на параллельных цепях развития. Поэтому вряд ли следует рассчитывать даже на обмен сигналами, разве что будут открыты какие-то новые физические принципы преодоления космических расстояний. Но на каком-то этапе, когда цепи благодаря космической экспансии цивилизаций достаточно сблизятся, наши отдаленные потомки, возможно, смогут встретить существ, которые возникли на одной из параллельных ветвей цепной реакции жизни.



АНТИТЕЛО ИЗ СЕМЕЧКА

Бельгийские биотехнологи научились получать антитела из семечек.

Geert De Jaeger,
www.vib.be

ЗАОБЛАЧНЫЕ УДОБСТВА

Швейцарские инженеры создали устройство для очистки воды на высокой горе.



Пресс-секретарь
Andri Bryner,
andri.bryner@eawag.ch

НОСИТЕЛЬ ДЛЯ КЛЕТОК

Ученые из США и Италии сконструировали трехмерную среду для выращивания клеток.

PLoS ONE 1(1): e119.
doi:10.1371/
journal.pone.0000119

РОБОТ-СИДЕЛКА

Инженеры из Германии и еще семи стран ЕС приступили к созданию роботов для больницы.

Пресс-секретарь
Marion Horn,
marion.horn@
zv.fraunhofer.de

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Обычно биотехнологии, для того чтобы сделать полезный для человека или вредный для болезнетворной бактерии белок, вставляют нужный фрагмент в ДНК какого-нибудь микроорганизма, и тот начинает синтезировать требуемое вещество. Реже аналогичную операцию удается проделать с растением и заставить его синтезировать белок в листьях или плодах. Есть еще и животные: в этом случае нужный белок обычно оказывается в молоке. Главная проблема во всех этих методах — малый выход целевого продукта: как правило, его концентрация в сырье не превышает одного процента.

Увеличить это число сразу в десять раз удалось биотехнологам из Гентского университета (Бельгия) при поддержке Фландрского института биотехнологии. Группа ученых из этого университета во главе с Геертом де Хаегером добилась от арабидопсиса способности синтезировать сложный фрагмент антитела, и его концентрация в семенах составила более 10%. Эксперименты с клетками животных показали, что оно прекрасно защищает от вируса гепатита А: эффективность оказалась не хуже, чем у полноценного антитела человека. Еще одно преимущество синтеза нужного белка в семенах состоит в том, что их можно долго хранить и перерабатывать по мере надобности, чего не скажешь о листьях.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Нельзя сказать, чтобы в Альпах была нехватка воды. Однако случается, что ее нет именно там, где она нужна. Возьмем высокогорные рестораны на верхних станциях горнолыжных подъемников. В таких заведениях должны присутствовать бытовые удобства, где без воды не обойтись. Вот ее-то на высоте в три с лишним тысячи метров как раз и нет. Более того, тянуть туда трубу очень непросто, порой же и вовсе невозможно. Приходится доставлять воду на подъемнике, а объем ее не мал: например, туалеты на верхней станции подъемника в швейцарском Церматте потребляют две тысячи литров в день. Очевидно, здесь может найти применение высокотехнологичная компактная система очистки сточных вод. И действительно, созданная руками инженеров из Швейцарского федерального института водной науки и технологии, такая система в 2003 году обосновалась на заоблачной высоте. А в феврале 2007 года эти инженеры получают премию в 20 тыс. евро от германской энергетической компании «RWE» за правильное решение задачи.

Процесс очистки протекает в биореакторе, содержащем мембранный фильтр с мельчайшими, диаметром в 0,35 мкм, порами. Во время обработки вода полностью очищается от азота и на 85% — от фосфора, после чего, однако, сохраняется неприятный желтый цвет. От него избавляются с помощью активированного угля. Такая вода вполне годится для повторного использования в туалетах. Всю эту работу по созданию системы очистки и ее доводке профинансировала швейцарская программа развития технологий, дружественных к окружающей среде.



В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Биологи давно подозревают, что выращивание культур клеток в чашках Петри приводит к сильному искажению результатов экспериментов. В самом деле, клетки в организме образуют трехмерные структуры, а в чашке Петри — жесткое дно и стенки. В таких необычных условиях у клеток вполне может измениться метаболизм, поэтому нет никакой гарантии, что в проведенных на них опытах получаются верные данные. Можно вырастить клетки в геле из опухолевой ткани мышей, однако в нем есть факторы роста, способные, в свою очередь, оказать влияние на поведение выращиваемых клеток. Делают также носители из синтетических полимеров, но они со временем разлагаются, увеличивая вероятность ошибки.

Заместитель директора Центра биомедицинской инженерии Массачусеттского технологического института Шугуан Цань со своим итальянским стажером Фабрицио Джелаином применили новый подход: они сконструировали носитель из нановолокон белков. Их толщина примерно в 1000 раз меньше, чем у используемых ныне, и довольно близка к параметрам межклеточного матрикса. На этом носителе ученым удалось вырастить полноценную колонию стволовых клеток взрослой мыши. «Добавляя в эти волокна так называемые активные мотивы — специальные фрагменты аминокислот, — можно заставить стволовые клетки превращаться в клетки той или иной ткани, — говорит Шугуан Цань. — На новых носителях клетки живут дольше и дифференцируются лучше, причем без добавления дополнительных факторов роста. Я уверен, что через 20 лет все клеточные культуры будут выращивать трехмерными и полученные на них результаты заставят пересмотреть многие данные, имеющиеся в современных учебниках».

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

«Размеры робота для больницы не должны превышать полуметра. Его нужно оборудовать мотором, колесами, компьютером, монитором, громкоговорителем, радиосвязью, оптическим датчиками и манипуляторами для уборки помещения. Все это оборудование уже есть. Наша цель — собрать его на одной платформе и оснастить систему достаточно высоким интеллектом. А пригодится такой робот не только для уборки помещения. С его помощью можно будет позвать врача или проводить посетителя к пациенту. Главное отличие нашей системы в том, что робот может действовать не только автономно, но и образовывать с другими роботами единый интеллектуальный центр», — рассказывает Томас Шлегель из Фраунгоферовского института промышленной инженерии (Германия), который координирует европейский проект IWARD (от «intelligent robot swarm for attendance, recognition, cleaning and delivery»).

О том, как будет работать эта система, можно судить по нескольким примерам. Представим себе, что один робот убирается в палате, а другой стоит в коридоре и видит, что к палате приближается пожилой пациент. Тогда он сообщает об этом первому роботу-уборщику, и тот на всякий случай отползает в угол, чтобы пациент об него не споткнулся. Может так случиться, что сиделка, которая находится в палате для пациентов с заболеванием сердца, срочно понадобится помощь кардиолога. С помощью робота из этой палаты она сможет связаться со всеми роботами отделения, и какой-нибудь из них обязательно отыщет врача. А воспользовавшись каналом связи и монитором робота, врач сразу же сможет вникнуть в суть проблемы и осмотреть пациента, не теряя драгоценных минут.

БИОРЕАКТОР ДЛЯ СОЛДАТ

Американские инженеры одной установкой убили двух зайцев: научились скрывать следы пребывания армейского подразделения и обеспечили его источником электроэнергии.

Michael Ladisch,
ladisch@purdue.edu

ПРОТИВ ПАРШИ

Голландские биологи с помощью одного из отходов сахарной промышленности спасли яблоки от парши.

Bart Heijne,
bart.heijne@wur.nl

ГИБРИД НАНОТРУБКИ И ЗОЛОТА

Ученые из США соединили золотую нанопроволочку и углеродную нанотрубку.



Пресс-секретарь
Jason Gorss,
gorssj@rpi.edu

ЗАЩИТНИК ОТ СТАРОСТИ

Испанские ученые нашли очередное вещество, которое защитит человечество от старческих болезней. Это мелатонин.

Dario Acuna
Castroviejo,
dacuna@ugr.es

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Снабжение топливом, а тем более электричеством, без которого, к примеру, оснащенный электроникой американский солдат шагу не может ступить, давно уже стало камнем преткновения для современной армии. А ведь источник топлива находится совсем рядом с потребителем — это объедки, одноразовая посуда, ветошь и прочий мусор, который в немалом количестве образуется в месте пребывания воинского контингента. Более того, мусор все равно надо уничтожать, чтобы лишить разведку противника ценных данных. Установку по утилизации мусора создали инженеры из университета Пэрдью (США) во главе с профессором Майклом Ладишем, и в случае удачных испытаний она войдет в состав вооружений американской армии.

Мусор сначала разделяют на съедобную и несъедобную части. Первую отправляют в биореактор, и дрожжи делают из нее спирт. Вторую же газифицируют при низком содержании кислорода, превращая в горючие газы — метан и пропан. Затем эти газы и спирт сжигают, и генератор вырабатывает электроэнергию. После чего от горы мусора остается кучка золы.

«Я думаю, эта установка найдет применение не только в армии, — говорит профессор Ладиш. — Рестораны, фабрики, другие предприятия, где получается много органических отходов, вполне могут использовать ее в качестве дополнительного источника электроэнергии».



В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

У хорошего наливного яблочка должна быть чистая и гладкая кожура. Однако если на нем поселится грибок *Venturia inaequalis*, то яблоко покроется темными пятнышками — паршой, яблоко потеряет свой товарный вид, а фермер не получит дохода. Чтобы не случилось такой беды, те фермеры, которые выращивают здоровую пищу методом органического земледелия, по весне опрыскивают яблони медным купоросом. Этот препарат садоводы применяют с незапамятных времен, но теперь, в соответствии с директивами Еврокомиссии, он должен подпасть под запрет.

Ответ на вопрос, что делать фермерам, нашли исследователи из Вагенингеновского университета (Нидерланды). Они решили посмотреть, как влияет винасса (то, что остается от мелассы, после того, как она перебродила и из нее отогнали спирт), на жизнь зловерного грибка.

Грибок живет не только на яблоках, но и на листьях, вместе с ними он опадает на землю, где и зимует, чтобы весной вновь вернуться на дерево. Опавшие листья ученые поместили в металлические сетки и обработали препаратом с винассой в разных концентрациях. Затем сетки положили под деревьями в саду и стали ждать весны. За зиму листья перегнили, и оказалось, что при концентрации винассы 200–400 литров на гектар 95% спор грибка погибло. Это вполне соответствует содержанию спор в почве здорового сада. Так ученым удалось найти применение отходу и защитить сад от болезни.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Нанотрубчатая электроника — очень красивая идея. «Представьте себе: с помощью зондового микроскопа вы берете кусочки углеродной нанотрубки и укладываете их на подложку, формируя электронную схему нанометрового масштаба», — так рассказывает о ней академик А.Л.Бучаченко. При этом нанотрубки могут служить не только проводниками, соединяющими элементы схемы, но и самими элементами — расчет показывает, что, модифицируя трубку, можно придать ей полупроводниковые свойства. Однако проблема в том, что пока не удастся создать надежный электрический контакт нанотрубки с другими элементами будущей схемы.

Очередной изящный способ предлагают ученые из Ренсселераовского политехнического института (США) во главе с профессором Пуликелем Аджаяном. Они прочно срастили нанотрубку с нанопроволокой золота. Такие нанопроволоки и сами по себе хороши благодаря необычным оптическим и электронным свойствам, а уж совместно с углеродной нанотрубкой представляют собой очень интересный материал.

Получают же его так. Сначала берут пористый оксид алюминия и частично заполняют поры атомами металла. Получается нанопроволока. Затем эту пористую матрицу помещают в печь, где имеется источник углерода. При нагреве углерод испаряется и осаждается в порах. В результате на конце нанопроволоки растет нанотрубка точно такого же диаметра, заданного размером поры. Поскольку технология синтеза пористых оксидов отлично разработана, ученые получают огромное количество матриц для выращивания таких гибридных проволоочек длиной в сотни микрон.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Мелатонин в небольших количествах вырабатывается и в самом организме человека — ночью и в темноте. В то же время это вещество содержится во многих продуктах. В их числе красное вино, бананы и вишни, лук, зерновые вроде риса и овса, а также мята или тмин. Мелатонин принадлежит к числу антиоксидантов и, стало быть, должен препятствовать разрушительному действию свободных радикалов. А они-то, согласно одной из наиболее распространенных моделей, как раз и ответственны за развитие старческих заболеваний. Однако может ли мелатонин на самом деле предотвратить старость?

Испанские ученые из университетов Гренады, Севильи, Овьедо и Сарагосы проверили это с помощью генетически модифицированных мышей, которые волею исследователя были обречены на ускоренное старение. Как раз в возрасте пяти месяцев, что соответствует для этих мышей человеческим тридцати годам, их организм переставал вырабатывать мелатонин и появлялись первые симптомы старения. Если же таким мышам постоянно давали мелатонин, то они проживали свою жизнь полностью, будто и не было в их геноме дефектных генов (см. фото).

«Наши результаты показывают, что начиная с 30–40 лет человек должен постоянно получать мелатонин, — говорит профессор Дарио Акунья Кастровьежо из Гренадского университета. — Это если и не предотвратит старение, то затормозит развитие старческих болезней».





Когерентные волны материи

Нас окружают предметы определенных размеров; мы точно знаем, где кончается наше тело, и уверены, что на одном стуле комфортно сидеть только одному. Однако в мире очень маленьких вещей, или в микроквантовом мире, все не так прозаично: стул и стол, уменьшенные примерно в десять миллиардов раз, до размеров атомов, потеряют свои четкие границы и даже могут занять одно место в пространстве, ничуть не мешая друг другу. Причина в том, что объекты квантового мира больше похожи на волны, проникающие друг в друга, чем на ограниченные в пространстве предметы. Поэтому в микроквантовом мире можно сидеть на одном стуле и вдвоем, и вдесятером.

Вещи как волны

Чтобы волновые свойства можно было почувствовать экспериментально, объекты нужно сделать не только маленькими, но и очень холодными, то есть с сильно пониженной скоростью хаотического движения атомов. Так, атомы требуется охладить до миллиардной доли градуса Кельвина, а волновые свойства стола и стула из макромира должны быть заметны при немыслимо маленьких температурах — холоднее, чем 10^{-40}K .

Примечательное свойство волн — их способность когерентно складываться. Когерентно — значит согласованно, упорядоченно во времени или в пространстве. Пример когерентных во времени звуковых волн — музыка. Каждый звук мелодии, его высота, продолжительность и сила находятся в строго определенном соответствии друг с другом.

Дирижер симфонического оркестра пристально следит за когерентностью звукового потока из сотен, а то и тысяч звуков. Ослабление когерентности мы воспримем как фальшивое звучание, а ее полную потерю — как шум. Собственно, когерентность и отличает мелодию от бессвязного набора звуков. Точно так же и в квантовом мире когерентность волновых свойств объектов способна придать им совершенно новые качества, которые не только очень необычны, но и важны для создания новых материалов, способных радикально изменить существующие технологии. Не случайно почти половина Нобелевских премий по физике, присужденных за последние десять лет, связана с когерентными явлениями: в лазерном излучении



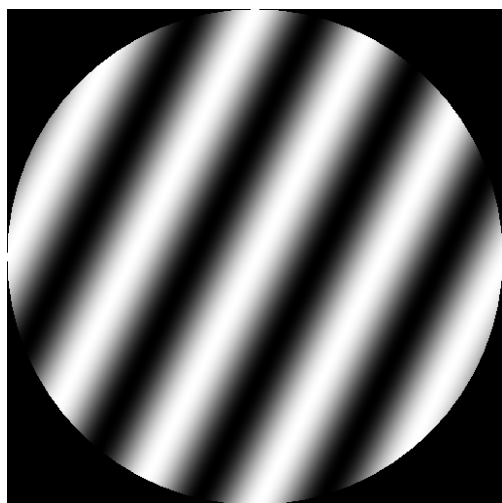
(2005), в холодных атомах (1997, 2001), в жидком гелии (1996) и в сверхпроводниках (2003).

Большинство отечественных нобелевских лауреатов по физике получило свои премии за когерентные явления: Петр Капица (1978), Лев Ландау (1962), Николай Басов и Александр Прохоров (1964), Алексей Абрикосов и Виталий Гинзбург (2003).

Когерентность света

Понятие когерентности сформировалось в начале XIX века после опытов английского ученого Томаса Юнга. В них две световые волны от разных источников падали на экран и складывались. Свет от двух обычных лампочек, которые дают некогерентное излучение, складывается просто: освещенность экрана равна сумме освещенностей от каждой лампы. Механизм тут такой. У световых волн от лампочек разность фаз хаотически меняется с течением времени. Если в одну точку экрана сейчас пришли два максимума волны, то в следующий момент от одной лампы может прийти минимум, а от другой — максимум. Результат сложения волн даст «рябь на воде» — неустойчивую интерференционную картину. Рябь световых волн столь быстра, что глаза не успевают за ней и видят равномерно освещенный экран. По аналогии из мира звуков — это шум.

Результат будет совсем другим, если на экране складываются две когерентные волны (рис. 1). Такие волны проще всего получить из одного лазерного пучка, расщепив его на две части, а потом их сложив. Тогда на экране возникнут полосы. Яркие — это области экрана, куда максимумы световых волн всегда приходят одновременно (в фазе). Замечательный оптический эффект состоит в том, что освещенность возрастет не в два раза,

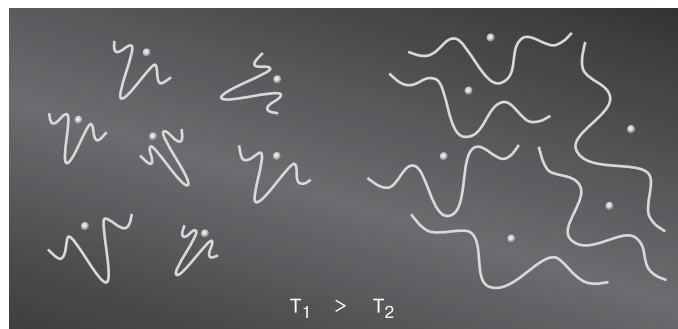


Интерферограма лаб. адаптивной оптики Шатурского отд. Московского государственного открытого университета

1
При освещении экрана двумя пучками лазера возникает интерференционная картина из чередующихся ярких и тусклых полос

как в случае некогерентных волн, а в четыре. Это происходит потому, что в яркой полосе все время складываются максимумы волн, то есть их амплитуды, а освещенность пропорциональна квадрату суммы амплитуд волн. В тусклых полосах когерентные волны от разных источников гасят друг друга.

Теперь представим себе много когерентных волн, проходящих в некоторую точку в фазе. Например, тысячу волн. Тогда освещенность яркой области вырастет в миллион раз! Когерентное излучение огромного, около 10^{22} , числа атомов дает луч лазера. Изобретение принципов его работы принесло в 1964 году Нобелевскую



2

Каждую частицу (атом, молекулу) можно представить в виде волны де Бройля — волнового пакета, центр которого соответствует центру частицы. По мере охлаждения, то есть снижения скорости хаотического движения частицы, длина волны растет и волновые пакеты частиц в конце концов перекрываются

премию по физике американцу Чарльзу Таунсу и двум советским физикам Николаю Басову и Александру Прохорову. За 40 лет лазер проник в нашу повседневную жизнь, с его помощью мы, например, сохраняем информацию на компактных дисках и передаем ее по оптическому волокну на огромные расстояния.

Когерентные волны материи

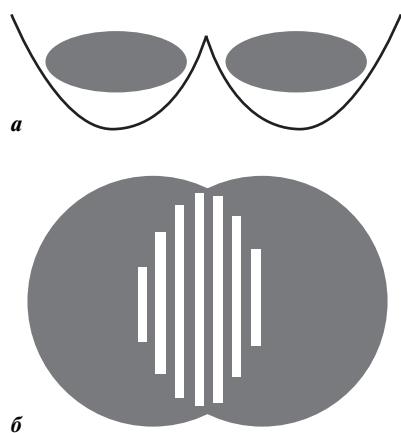
Наш мир устроен таким образом, что каждая частица вещества может проявлять свойства волны. Такие волны называют волнами материи, или волнами де Бройля. Замечательный французский физик Луи де Бройль в 1923 году предложил очень простую формулу, связывающую длину волны λ (расстояние между максимумами) с массой частицы m и ее скоростью v : $\lambda = h/mv$, где h — постоянная Планка.

Фундаментальное свойство волн любой природы — способность интерферировать. Однако чтобы в результате получить не равномерный шум, а, как и в случае со светом, яркую полосу, нужно обеспечить когерентность волн де Бройля. Этому мешает тепловое движение — атомы с разными скоростями различаются своими длинами волн. При охлаждении атомов, согласно формуле де Бройля, растет длина волны λ (рис. 2). И как только

ее значение превысит расстояние между частицами, волны де Бройля разных частиц дадут устойчивую интерференционную картину, так как максимумы волн, отвечающие положению частиц, будут перекрываться.

В оптический микроскоп интерференционную картину волн де Бройля можно увидеть, если их длины будут около 1 мкм. Для этого, как следует из формулы де Бройля, скорость атома должна быть примерно 1 см/с, что соответствует чрезвычайно низким температурам — менее одного микрокельвина. Такой охлажденный газ из атомов щелочных металлов удалось приготовить, и сегодня это интереснейший объект исследований. (Как охладить атомы до низких температур и сделать на их основе сверхточные часы, было рассказано в «Химии и жизни», 2001, № 10. — *Примеч. ред.*) Отметим, что советские физики из Института спектроскопии АН СССР во главе с Владиленом Летоховым в 1979 году выдвинули и реализовали ключевые идеи, на основе которых сейчас охлаждают атомы до сверхнизких температур.

Что представляют собой интерферирующие частицы вещества? Мы привыкли, что вещество можно представить в виде твердых маленьких шариков, которые не проникают друг в друга. А волны, напротив, могут складываться и проникать друг в друга. По аналогии с интерференцией света мы должны получить «яркую точку на экране» — малую область в пространстве, где максимумы волн материи складываются в фазе. Неожиданно то, что когерентные волны многих и многих атомов могут занять одну область в пространстве, образуя как бы сверхатом — набор огромного числа волн де Бройля. На языке квантовой механики это означает, что вероятность обнаружить когерентные атомы в «яркой точке» максимальна. Это удивительное состояние вещества называют конденсатом Бозе—Эйнштейна. Альберт Эйнштейн предсказал его в 1925 году на основании работ индийского физика Шатъендраната Бозе. В конденсате все атомы находятся в одном квантовом состоянии и ведут себя как одна большая волна.



3
Иллюстрация
интерференции двух
атомных
конденсатов:
а — два конденсата
в отдельных ловушках;
б — после отключения
ловушек конденсаты
расширяются,
перекрываясь
друг с другом.
В области
их перекрытия
возникает
интерференционная
картина

Экспериментально наблюдать бозе-эйнштейновский конденсат (БЭК) удалось только спустя 70 лет: сообщение об этом в 1995 году опубликовали две группы американских ученых. В их экспериментах в конденсат выпадали атомы из облачка паров натрия или рубидия, запертого в магнитную ловушку. Эти пионерские работы были удостоены Нобелевской премии по физике 2001 года, присужденной Эрику Корнеллу, Вольфгангу Кеттерле и Карлу Вьеману. Яркое образное представление поведения сверххолодных атомов, выпадающих в БЭК, было показано на обложке декабрьского журнала «Science» за

1995 год: в центре марширует группа одинаковых синих киборгов — это атомы БЭК с нулевой температурой, а вокруг них хаотично двигаются киборги более теплых цветов — надкондесатные чуть-чуть разогретые атомы. Когерентность атомов, выпавших в БЭК, была продемонстрирована в блестящем эксперименте 1997 года В.Кеттерле с коллегами из Массачусетского технологического института. Для этого магнитную ловушку разделили на две части перегородкой из света (рис. 2а). Из облачков атомов натрия приготовили два конденсата, а затем ловушку и перегородку отключили: облачка стали расширяться и перекрываться. В месте их перекрытия возникала четкая интерференционная картина (рис. 2б), подобная интерференции когерентных лазерных пучков (см. рис. 1). Ее наблюдали по тени, отбрасываемой облачком атомов на экран, — «зебра» на рис. 2б и есть тень интерферирующих волн материи; темные области соответствуют максимумам волн атомов. Удивительно, что когда мы складываем атомы из разных конденсатов, то их сумма может дать ноль — «вещество исчезает» в области, отвечающей светлой полосе «зебры». Разумеется, на самом деле атомы не исчезают — они просто концентрируются в областях, отбрасывающих тень.

Можно ли наблюдать проявление волновых свойств для более массивных объектов, чем атомы? Оказывается, можно. Группе Антона Цайлингера из Вены в 2003 году удалось наблюдать интерференцию фуллеренов и биомолекул, содержащих около ста атомов. Для сколь больших частиц вещества удастся наблюдать волновые свойства — вопрос на сегодня открытый.

Атомный лазер

С точки зрения квантовой физики атомы и фотоны похожи тем, что большое число этих частиц может одновременно находиться в одном квантовом состоянии, то есть быть когерентными. Например, в лазерном излучении все фотоны когерентны: у них одинаковый цвет, направление распространения и поляризация. Поэтому возможно получить мощные когерентные лазерные пучки, состоящие из огромного числа фотонов в одном состоянии.

А как получить когерентные атомные пучки? Идея проста: надо аккуратно вывести запертые в ловушку когерентные атомы из БЭК, подобно тому, как излучение лазера выводится из его резонатора с помощью полупрозрачного зеркала. Такое устройство назвали атомным лазером. Первый атомный лазер в 1997 году создал все тот же В.Кеттерле. В таком лазере магнитная ловушка из двух катушек удерживает атомы натрия, образующие БЭК. Импульсы радиополя, прикладываемые с периодом 5 миллисекунд, разворачивают спины атомов, и они не могут больше удерживаться в ловушке. Сгусток освободившихся атомов — излучение атомного лазера — свободно падает под действием гравитации, что визуализируют с помощью приемов театра теней, описанных выше. Сегодня мощность атомных лазеров невелика: они излучают 10^6 атомов в секунду, что несравненно меньше мощности оптических лазеров. Так, например, обычный лазер-указка излучает за одну секунду примерно в 10^9 раз больше фотонов.

В отличие от невесомых фотонов, атомы обладают массой покоя. А значит, тяготение гораздо сильнее действует на них — интерференция когерентных волн материи будет сильно зависеть от гравитационного поля, отклоняющего пучки атомов. Пусть два когерентных атомных пучка интерферируют в области их пересечения аналогично лазерным пучкам (см. рис. 1). Предположим, что



гравитационное поле на пути одного из атомных пучков изменилось. Тогда длина пути этого пучка до встречи с другим пучком также изменится. В результате максимумы волн материи двух атомных пучков встретятся в другом месте, что приведет к смещению интерференционной картины. Измеряя такое смещение, можно определить изменение гравитационного поля. На основе этой идеи уже созданы датчики гравитационного поля, способные обнаружить разницу в величине ускорения свободного падения менее $10^{-6}\%$. Они могут пригодиться как для фундаментальных исследований (проверка физических теорий, измерение констант), так и для важных прикладных разработок в навигации (создание прецизионных гироскопов), геологии (зондированием полезных ископаемых) и для других наук. У писателей-фантастов, например, можно найти сюжет, когда с помощью прибора для измерения малейших изменений силы тяжести археологи читают надписи, выбитые на погребенных в толще земли обелисках.

Когерентное вещество

Особенно интересные эффекты возникают, когда свойства когерентных волн материи удастся наблюдать как макроскопические свойства конденсированного вещества, то есть твердого тела или жидкости. Один из ярких примеров таких свойств — сверхтекучесть в жидком гелии при охлаждении ниже 2,2К. Советские физики выполнили пионерские исследования сверхтекучести: это явление открыл Петр Капица в 1938 году, а объяснил Лев Ландау. Сверхтекучий гелий может вытекать через маленькие отверстия с огромной скоростью: по крайней мере, в 108 раз быстрее воды. Если бы нам удалось наполнить обычную ванну сверхтекучим гелием, то он вытек бы из нее менее чем за одну секунду через дырочку размером с крохотное игольное ушко. В 2004 году американцы Юн Сён Ким и Мозес Чан сообщили об обнаружении сверхтекучести в твердом гелии. Их тонкий эксперимент состоял в следующем: твердый охлажденный гелий, находящийся под давлением при температуре около 0,2К, помещали на крутильный маятник. Если часть гелия переходит в сверхтекучее состояние, то частота крутильных колебаний должна вырастать, так как сверхтекучая компонента остается неподвижной, облегчая колебания маятника. По данным Кима и Чана, в сверхтекучее состояние переходило около 1% твердого гелия. Эти эксперименты демонстрируют, что атомы могут свободно перемещаться по сверхтекучему твердому телу, следовательно, оно способно пропускать массу вещества сквозь себя беспрепятственно: перспектива проходить сквозь стены в таком мире кажется вполне реальной!

Это удивительное явление могут объяснить волновые свойства атомов. Волны, в отличие от частиц, обходят препятствия на своем пути. Поясним это на примере интерференции двух пучков света на экране. Вырежем в

экране отверстия в области светлых полос «зебры» (интерференционной картины). Такое препятствие когерентный свет не почувствует: экран ведь сохранился только в неосвещенных частях «зебры». Если же пучки не когерентны, то равномерно освещенный экран с отверстиями неизбежно задержит часть света. Отсюда можно уяснить, как когерентные волны материи преодолевают препятствия без потерь.

Еще одно необычное макроскопическое квантовое явление, аналогичное сверхтекучести, — сверхпроводимость, открытая голландцем Хейке Камерлингом-Оннесом в 1911 году в ртути при ее охлаждении до температуры жидкого гелия (Нобелевская премия 1913 года). Сверхпроводящие электроны движутся без сопротивления, обходя препятствия, в роли которых выступает тепловое движение атомов. Например, ток в кольце из сверхпроводника может течь неограниченно долго, поскольку ему ничто не мешает. Можно сказать, что сверхпроводимость есть сверхтекучесть электронной жидкости. Для такой сверхтекучести нужно, чтобы большое число зарядов находилось в одном квантовом состоянии, как, например, фотоны в лазерном пучке. Это требование наталкивается на ограничение, установленное выдающимся швейцарским физиком Вольфгангом Паули в 1924 году: если спиновое число частицы равно $1/2$, как у электрона, то в одном квантовом состоянии может находиться лишь одна частица. Такие частицы называют фермионами. При целом значении спина в одном квантовом состоянии можно сконденсировать сколь угодно большое число частиц. Такие частицы называют бозонами. Поэтому для сверхпроводящего тока нужны частицы электрического заряда с целым спином. Если бы пара электронов (фермионов) смогла сформировать составную частицу, то спин пары оказался бы целым числом. И тогда составные частицы станут бозонами, способными образовать БЭК и дать сверхпроводящий ток.

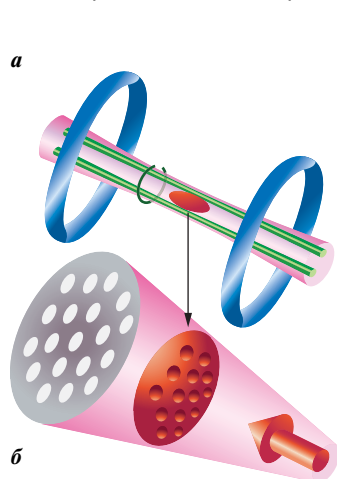
Однако связанные пары электронов действительно могут возникать в проводниках, несмотря на то что кулоновские силы отталкивают электроны друг от друга — эта идея легла в основу теории, объясняющей сверхпроводимость в простых металлах (Джон Бардин, Леон Купер, Джон Шриффер, Нобелевская премия по физике за 1972 год).

Сверхтекучесть БЭК

Итак, во второй половине XX века физики пришли к пониманию, что БЭК может обладать свойствами сверхтекучести. Естественно, что после получения газового БЭК ученых захватила идея об экспериментах, демонстрирующих в нем сверхтекучесть. В 2005 году группа В.Кеттерле представила окончательное доказательство сверхтекучести газового БЭК. Идея эксперимента основана на том, что сверхтекучая жидкость ведет себя при вращении необычно. Если бы нам удалось размешать сверхтекучую жидкость ложкой, будто кофе в чашке, то она



стала бы вращаться не целиком, а распалась бы на множество маленьких вихрей. Более того, они расположились бы в строгом порядке, образуя так называемую решетку вихрей Абрикосова. Схема этого филигранного эксперимента следующая (рис. 4). Газовый конденсат, захваченный лазерным пучком и магнитным полем, начинали вращать дополнительными лазерными пучками; они раскручивали конденсат, как ложечка — кофе. Затем ловушку, то есть пучки и катушку, отключали, и конденсат был предоставлен сам себе. Он расширился и давал тень, которая напоминала швейцарский сыр (рис. 4б). «Дырочки в сыре» отвечают сверхтекучим вихрям. Важнейшая особенность этих экспериментов состоит в том, что они проделаны не только в газе бозонов (атомов натрия), но и в газе фермионов (атомов лития). Сверхтекучесть в литиевом газе наблюдали только тогда, когда атомы лития образовывали молекулы или слабые пары. Это было первое наблюдение сверхтекучести



4
Наблюдение сверхтекучести в бозе-эйнштейновском атомном конденсате;
а — конденсат (красный) захвачен лазерным пучком (розовый) и магнитными катушками (синие кольца). Два дополнительных лазерных пучка (зеленые), проходящие по краям конденсата, вращаются вокруг оси системы, увлекая конденсат за собой;
б — после выключения ловушки конденсат расширяется, отбрасывая тень при освещении (красная стрелка)

газа фермионов. Оно подвело прочный экспериментальный фундамент под теорию сверхпроводимости, основанную на идее конденсации Бозе-Эйнштейна.

Спаривать атомы лития физикам удастся с помощью так называемого резонанса Фешбаха, который возникает в ловушке при одновременном действии полей магнитных катушек и лазерных пучков. Магнитное поле подстраивают в области резонанса Фешбаха так, что оно сильно изменяет силы взаимодействия между атомами газа. Можно заставить атомы притягиваться друг к другу или — отталкиваться. Физики придумали и другие способы управления свойствами сверххолодного атомного газа. Один из самых изящных — поместить атомы в интерферирующее поле лазерных пучков — своеобразную оптическую решетку. В ней каждый атом окажется в центре одной из полос интерференционной картины (см. рис. 1), так что волны света будут удерживать волны вещества, подобно форме для хранения яиц. Атомы в оптической

решетке служат отличной моделью кристалла, где с помощью параметров лазерных пучков меняют расстояние между атомами, а с помощью резонанса Фешбаха — регулируют взаимодействие между ними. В результате физики реализовали давнюю мечту — получать образцы вещества с управляемыми параметрами. Ученые полагают, что сверххолодный газ — модель не только кристалла, но и более экзотических форм материи, таких, как нейтронные звезды и кварк-глюонная плазма ранней Вселенной. Поэтому некоторые исследователи не без основания полагают, что сверххолодный газ поможет понять ранние этапы эволюции Вселенной.

Когерентное будущее

Явления сверхтекучести и сверхпроводимости показывают, что когерентность волн де Бройля большого числа частиц дает неожиданные и важные свойства. Эти явления не были предсказаны, более того, на объяснение сверхпроводимости в простых металлах потребовалось почти 50 лет. А явление высокотемпературной сверхпроводимости, обнаруженное в 1986 году в металло-оксидных керамиках при 35 градусах Кельвина немцем Йоханесом Беднорцем и швейцарцем Карлом Мюллером (Нобелевская премия 1987 года), до сих пор не получило общепринятого объяснения, несмотря на огромные усилия физиков во всем мире.

Еще одна область исследований, в которой без когерентных квантовых состояний не обойтись, — квантовые компьютеры: только в таком состоянии есть возможность проводить высокопроизводительные квантовые вычисления, недоступные самым современным суперкомпьютерам.

Итак, когерентность означает сохранение разности фаз между складывающимися волнами. Сами волны могут быть различной природы: и световыми, и волнами де Бройля. На примере газового БЭК мы видим, что когерентное вещество фактически представляет собой новую форму материи, ранее недоступную человеку. Возникает вопрос: всегда ли наблюдение когерентных квантовых процессов в веществе требует очень низких температур? Не всегда. По крайней мере, есть один очень удачный пример — лазер. Окружающая температура для работы лазера обычно не существенна, так как лазер работает в условиях, далеких от теплового равновесия. Лазер — сильно неравновесная система, поскольку к нему подводится поток энергии.

По-видимому, мы находимся еще в самом начале исследований когерентных квантовых процессов с участием огромного числа частиц. Один из волнующих вопросов, на который пока нет определенного ответа, — встречаются ли макроскопические когерентные квантовые процессы в живой природе? Может быть, саму жизнь можно характеризовать как особое состояние вещества с повышенной когерентностью.



New

кондуктомер

МАРК®

измерение
солевого содержания и
электропроводности
водных сред

603



www.vzor.nnov.ru

- рН-метры
- рNa-меры
- кондуктометры
- кислородометры
- водородометры

Измерения с удовольствием!

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ



ДЛЯ ЭКОЛОГИИ И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

603106, г. Нижний Новгород, а/я 253. Тел: (8312)

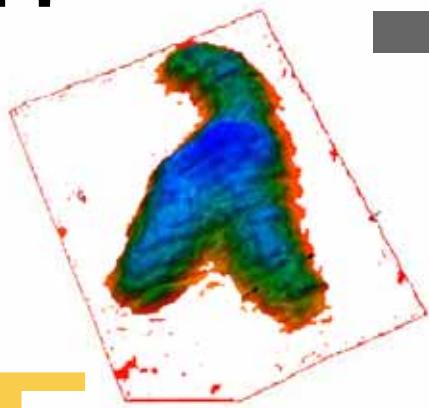
123953, 122940, 124136

169875, 169878, 169879

e-mail: vzor@mts-nn.ru

Камера-обскура для нанотехнолога

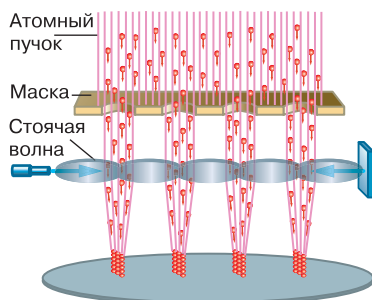
Кандидат
физико-математических
наук
С.М.Комаров



Если вещество обладает волновыми свойствами, почему бы не воспользоваться этим обстоятельством и не создать для работы с ним устройства атомной оптики? Ответ на этот вопрос решили дать ученые из Института спектроскопии РАН во главе с профессором В.С.Летоховым. Причем замахнулись они, ни много ни мало, а на принципиально иной метод получения нанобъектов.

Эта история началась в 1988 году. Именно тогда в журнале «Письма в ЖЭТФ» вышла статья В.И.Балыкина и В.С.Летохова из ИСАН, в которой они рассказывали, как с помощью лазерного луча можно сфокусировать пучок атомов.

«Существует два подхода к нанотехнологиям. Один — идти сверху вниз, то есть брать массивный материал и тем или иным способом отщеплять от него атомы, пока толщина линий остающегося рельефа не оказывается достаточно малой; в пределе — сравнима с межатомными расстояниями. Такой принцип работает во всей современной микроэлектронике. Альтернатива — движение снизу вверх,



1
Проходя сквозь стоячую волну света, атомный пучок разбивается на полосы

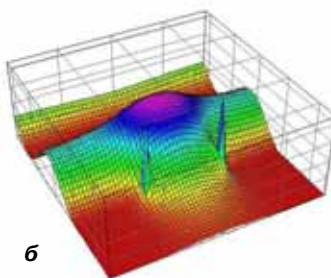
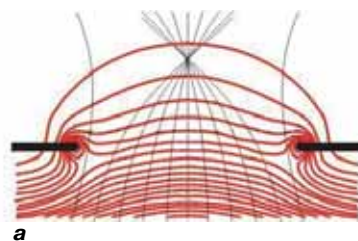
когда наноструктуру складывают из отдельных атомов, — рассказывает об основной идее этого исследования профессор В.И.Балыкин. — Второй подход стал возможен после изобретения сканирующего туннельного микроскопа Гердом Биннингом и Хейнрихом Рорером (Нобелевская премия 1986 года) из лаборатории компании «IBM» в Цюрихе. С его помощью сотрудники доктора Дона Эглера из Калифорнийского научного центра «IBM» впервые выложили из атомов ксенона название своей компании. Это был очень красивый эксперимент, но выкладывать атомы вручную — скорее развлечение, чем технологический процесс. Совсем другое дело работать с пучком атомов. А для этого надо уметь его сфокусировать в точку диаметром в считанные ангстремы. К тому времени у нас был многолетний опыт работы по охлаждению атомов лазерным светом, и мы решили применить его, чтобы с помощью лазера сфокусировать атомный пучок должного диаметра. Расчет показал, что это вполне можно сделать».

Сфокусированный пучок атомов сильно отличается от бозе-эйнштейновского конденсата или атомного лазера, речь о которых идет в предыдущей статье. Помимо того что его интенсивность гораздо больше — 10^7 – 10^{10} атомов в секунду — из трех компонент вектора скорости у них малы лишь две, направленные перпендикулярно пучку. А вдоль пучка скорости атомов велики. Вот на эти две компоненты скорости и нацелились ученые в надежде изменять их должным образом с помощью луча лазера. Одна из идей, которые приходили им в голову, была такова. Луч света можно сфокусировать с помощью линзы, то есть прозрачного объекта, в каждой точке поверхности которого свет преломляется по-своему. Луч лазера, как следует из работ по оптическим ловушкам, способен влиять на движение атомов. Если в разных участках луча это влияние будет неодинаковым, траектории атомов, прошедших сквозь него, тоже изменятся по-разному. Значит,

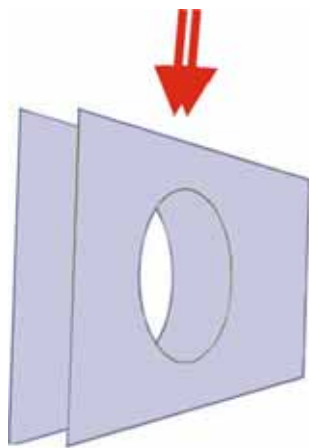
в такой системе с переменной интенсивностью лазерного света атомный пучок будет вести себя как в линзе.

Создать переменную интенсивность света не так уж и сложно, например это может быть стоячая волна, которая получается, когда лазерный луч отражается от зеркала и интерферирует сам с собой. Возникает череда максимумов и минимумов интенсивности света с периодом, равным половине его длины волны. Такую систему собрали (рис. 1), и оказалось, что атомный пучок действительно фокусируется: на подложке, куда в конце концов прилетали атомы, получилась система полосок с периодом, который соответствует периоду стоячей волны. Впоследствии эти эксперименты успешно повторили во многих лабораториях мира.

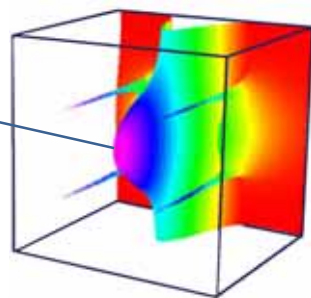
«Создание линзы из стоячей волны было большим успехом, однако через некоторое время появился вопрос: а много ли мы с ее помощью можем сделать? Как оказалось, немного, а именно структуры двух типов: полоски и точки; во втором случае нужно взять два перпендикуляр-



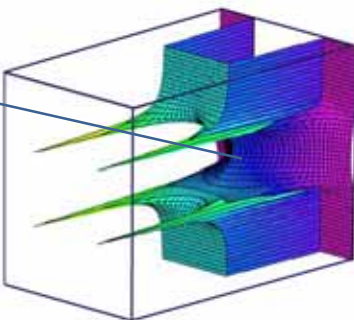
2
Свет слегка «выгибается» сквозь малое отверстие (а), и в результате на стоячей волне перед отверстием возникает фотонная точка — область с повышенной интенсивностью света (б)



фотонная точки



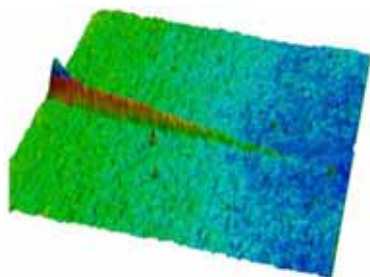
фотонная яма



3
В волноводе, образованном двумя пластинками с маленькими отверстиями, могут возникать как фотонные точки, так и фотонные дыры. Это зависит от того, как направлен вектор напряженности электрического поля волны — параллельно или перпендикулярно пластинкам

ных лазерных луча. И этим все разнообразие исчерпывается. Даже расстояние между линиями менять не просто — оно всегда связано с длиной волны лазерного излучения. Тогда возникла идея создать линзу следующего поколения», — продолжает рассказ профессор Балыкин.

Она выглядит как дырочка диаметром в десяток нанометров, проделанная в фольге. Суть идеи состоит в том, что свет не способен пройти сквозь отверстие, диаметр которого много меньше длины волны; он отражается, формируя стоячую волну. Однако если приглядеться к деталям, то выяснится, что на самом деле следует говорить: «Он почти совсем не проходит». А именно — в районе дырочки свет, прежде чем отразиться, немного продавливается за противоположный край фольги. Расчет показывает (рис. 2), что при этом непосредственно перед дырочкой на гребне стоячей волны возникает бугорок — здесь концентрируется световое излучение. Если направить пучок атомов сквозь такую дырочку, то бугорок



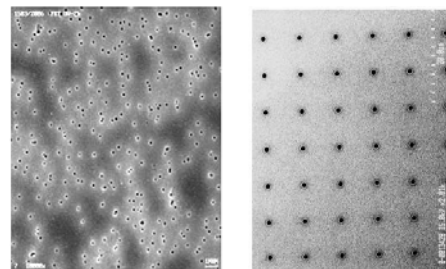
4
Эту линию ученые из ИСАНА прочертили атомным пером. Изменяя его параметры, можно делать линии толщиной 50—200 нм и высотой от десяти до трех атомных слоев

рок станет работать, подобно линзе для атомного пучка. Казалось бы, поставленная в 1988 году цель достигнута. Однако при внимательном взгляде на такую оптическую систему возникает вопрос — а где же ставить подложку, на которой станут осаждаться эти атомы? Если расположить ее в месте фокусировки, свет через подложку пройти не сможет! Тогда была найдена еще одна схема, которая, похоже, служит единственно возможной оптической линзой для атомных пучков. В ней тоже есть пластинка с дырочками, точнее, две пластинки, а свет распространяется не перпендикулярно им, а вдоль. Секрет в том, что расстояние между пластинками меньше длины волны света. В таких условиях луч света тоже слегка выпирает из дырочек, как будто это не световая волна, а густой бетонный раствор, который по изношенному шлангу закачивают в опалубку. Таким способом можно создать два типа линз (рис. 3). В одном случае в пространстве между дырочками возникает световой бугорок — повышение интенсивности света, во втором — световой тоннель, внутри которого интенсивность света мала. И тот и другой тип линз можно использовать для фокусировки атомных пучков. Более того, в первом случае система бугорков от разных дырочек может служить ловушкой для отдельных атомов, а это уже шаг к квантовым компьютерам.

«Такая линза дает гораздо больше свободы при работе с атомным пучком, но, к сожалению, этот пучок требуется тщательно готовить. Расстояние, которое проходят атомы внутри

линзы, невелико, менее микрона. И за это время свет должен успеть изменить их траектории. Значит, атомы должны двигаться не очень быстро, а в перпендикулярных пучку направлениях их скорость должна быть совсем мала. Для этого требуется предварительно охладить пучок лазерным светом. Методика охлаждения отработана, но она все равно довольно сложна и пока не годится для применения в массовом производстве. Мы продолжаем эксперименты с такими линзами, однако основную перспективу видим в другой работе. Она связана с использованием трековых мембран», — говорит В.И.Балыкин.

В самом деле, зачем фокусировать атомный пучок, когда из широкого пучка с помощью маленькой дырочки можно вырезать узкий, диаметром в считанные нанометры луч? Конечно, через отверстие пройдет гораздо меньше атомов, но это можно компенсировать, увеличив мощность исход-



5
В Токийском университете для ученых из ИСАНА сделали пластинки из нитрида кремния с правильно расположенными дырками (а). К сожалению, эти пластинки дороги и хрупки, они легко гибнут в руках студентов, осваивающих методы управления атомными пучками. Трековые мембраны из Объединенного института ядерных исследований (б) менее красивы, но гораздо более надежны

ного пучка. Если получившийся атомный луч перемещать, то он превратится в атомное перо, которым, как настоящим пером, можно на подложке рисовать заданные структуры нанометрового размера (рис. 4). А маленькие, диаметром в десяток нанометров, дырочки можно сделать двумя методами. Либо в металлической

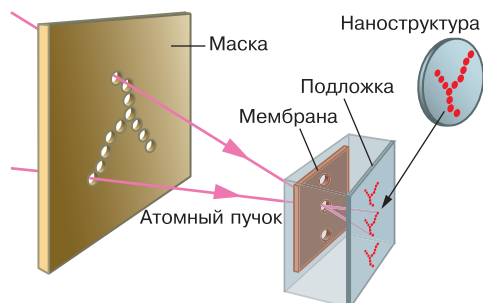


ТЕХНОЛОГИИ



ТЕХНОЛОГИИ

пластине с помощью ионного травления (это дорогой метод), либо взять полимерную трековую мембрану, которые с помощью ускорителя создают ученые в Дубне (рис. 5). Такие мембраны стоят недорого — их выпускают в массовом количестве, например для фильтров очистки воды «Барьер». Правда, в отличие от «ионных» трековые мембраны лишены порядка — отверстия в них расположе-



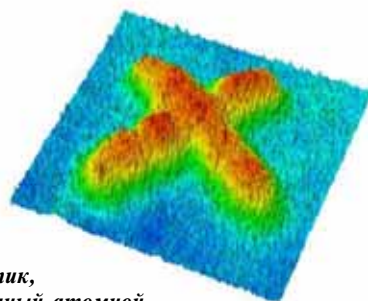
6
Схема формирования изображения в атомной камере-обскуре

ны хаотически. В результате заранее нельзя предсказать, где именно атомное перо будет рисовать черту. Однако уже существуют способы изготовления трековых мембран с упорядоченным расположением отверстий.

Впрочем, атомное перо — отнюдь не главный шедевр лаборатории Балькиной, на эту роль может ныне претендовать атомная камера-обскура: с ее помощью можно получить одновременно десять миллионов идентичных элементов нанометрового узора. Оптическая камера-обскура — замечательное устройство с историей в многие сотни лет, а служит оно для того, чтобы получать уменьшенные изображения каких-то объектов. Ее конструкция чрезвычайно проста: большой ящик или целое помещение, в стенке которого проделана крохотная дырочка. Через нее от каждой точки объекта проходит лишь узкий луч света, причем он должен идти под определенным углом. В результате в соответствии с законами лучевой оптики на противоположной стенке камеры формируется изображение, размер которого зависит от

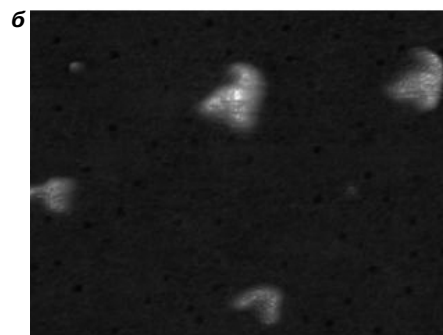
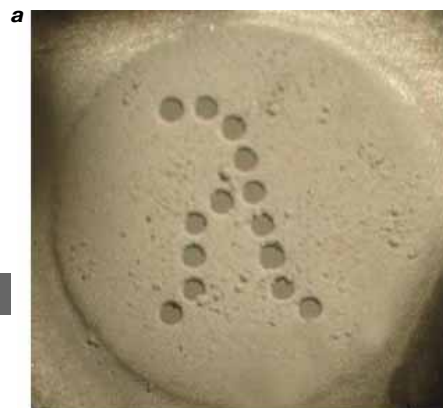
соотношения расстояний между объектом и дырочкой и между дырочкой и этой стенкой. Считается, что камеры-обскуры средневековые живописцы применяли для ускорения процесса: проецировали на холст изображения, которые потом обводили. Впоследствии эта камера превратилась в фотокамеру, только для увеличения количества света, проходящего внутрь нее, перед отверстием — диафрагмой фотоаппарата — стали устанавливать линзу.

Вот этим старинным принципом и воспользовались ученые из ИСАН. В самом деле, если взять шаблон и поставить его в десяти сантиметрах от мембраны, а экран расположить в десяти микронах от ее обратной стороны, то коэффициент уменьшения составит 10 000 раз. То есть вполне макроскопический узор толщиной в десятую долю миллиметра даст линии шириной в десять нанометров. Если же пучок атомов, который проходит сквозь шаблон, будет не узконаправленным, а широкорасходящимся, то есть атомы станут вылетать из шаблона под разными углами (рис. 6), то он попадет во множество отверстий на трековой мембране и при



7
Крестик, созданный атомной камерой-обскурой

выходе из каждого сформирует свое изображение шаблона. Первые опыты поставили с изображением крестика и получили, что толщина линий не превышает 50 нанометров (рис. 7). Почему «не превышает» — потому что такова разрешающая способность имеющегося в лаборатории сканирующего атомно-силового микроскопа. Не исключено, что линии еще тоньше. Следующим объектом была бук-



8
Шаблон (а) для изготовления буквы «лямбда» и полученные с его помощью изображения в атомной камере-обскуре (б)

ва «лямбда» (рис. 8) — символ троичного Института спектроскопии РАН.

«Конечно, не все идет так гладко, как нам хотелось бы, — говорит В.И. Балькин. — Как оказалось, трековые мембраны очень толстые, длина пор в них исчисляется микронами. Проходя по такому длинному каналу, атомы пучка начинают взаимодействовать со стенками, и возникает расхождение пучков. Главное, правда, не в этом. Из-за толщины, а также потому, что каналы расположены под углом к поверхности мембраны, часть пучков попадает на стенки, и тогда пропадает кусок изображения. Однако это уже технические трудности. Мы же занимаемся фундаментальными исследованиями, нас интересует физика управления атомными пучками. И очень хорошо, что, изучая это явление, нам удастся получать результаты, которые могут пригодиться на практике. Я уверен, что метод одновременного получения миллионов одинаковых структур нанометрового размера с применением макроскопического шаблона найдет свое место среди технологий XXI века».



**14-я международная выставка
химической индустрии**

Х И М И Я

3-7 сентября

www.chemistry-expo.ru



**Центральный
выставочный
комплекс
"ЭКСПОЦЕНТР"**

2007



ОРГАНИЗАТОР:

EXPOCENTR

при содействии
ЗАО "Росхимнефть"

При поддержке

**- Министерства промышленности
и энергетики РФ
- Российского союза химиков**

**Экспоненты - более 900 фирм и
организаций из 29 стран**

ЦВК "Экспоцентр"
123100, Россия, Москва,
Краснопресненская наб., 14
Тел.: (495) 255-37-99, 255-25-28
Факс: (495) 205-60-55
E-mail: mir@expocentr.ru
chemica@expocentr.ru
www.expocentr.ru



Семитысячник в подарок любимой

Кандидат
географических наук
Ю.П. Супруненко

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

На карте горных стран Средней Азии множество русских названий, и это не случайно. Русские, а затем советские географы и путешественники начиная с XIX века первыми положили на карту большинство хребтов, вершин, ледников этого района.

Среди четырех высочайших вершин Памира наряду с пиками Коммунизма, Победы и Ленина есть пик Е.Корженевской (7105 м). Но кто она такая? Революционерка, писательница, исследователь? Мало кто знает ответ.

А между тем женщина, чье имя получила вершина, долгие годы жила в Ташкенте. К ней порой заезжали альпинисты — например, восемь смельчаков во главе с ленинградцем Алексеем Угаровым, впервые взшедшие на пик Корженевской 22 августа 1953 года. С тех пор на горе побывало более полутысячи советских и зарубежных восходителей.

Какое же отношение к вершине имела Евгения Корженевская? Она впервые оказалась в горах еще в детстве, до революции. Ее отец, Сергей Андреевич Топорнин, был военным, и семья скиталась с ним по местам его службы. Евгения много читала, любила стихи, сама пробовала сочинять. Однажды в своем рифмованном посвящении она нелестно отозвалась о царственных особах. Случайно листок со стихами вместе с библиотечной книгой попал в чужие руки, а потом и к жандармам. Но шел уже 1917 год, и мер не последовало.

Ничего героического она в себе не видела — была помощницей, хранительницей очага, вдохновительницей. Ее прославил Николай Леопольдович Корженевский. В 1901 году 22-летним подпоручиком он появился в глухом туркестанском городке Ош, в батальоне, которым командовал отец Евгении. Подпоручик Корженевский был талантливым человеком: увлекался фотографией, рисованием, военными науками, техникой (сделал электростанцию и организовал электроосвещение в Оше, устроил связь по гелиографу, основанную на отражении солнечных лучей, между городами Ош и Джалал-Абад); окончил интендантскую

академию. Однако настоящее призвание нашел в горах. По окончании Киевского военного училища, будучи в числе лучших юнкеров, он мог выбирать любое место службы вплоть до Петербурга, но решил посвятить себя исследованиям.

Николай Леопольдович был не первым, кто пожелал проникнуть в глубь Памира — Луковых гор, как называли эту страну китайцы. До него такие попытки делали Сюань Цзян (628), Марко Поло (1269), несколько русских путешественников второй половины XIX века: Б.Л.Громбчевский, Г.Е.Грумм-Гржимайло, М.М.Воскобойников, И.В.Мушкетов, Н.А.Северцов, Б.А.Федченко, В.Ф.Ошанин. Однако никто из них так и не смог даже увидеть самые высокие вершины. Поляны среди пустынных скал, заросшие диким луком, они проходили, но



*Н.Л.Корженевский
(1879–1958)*





бездонные снежно-ледовые просторы не располагали к продолжению путешествия. Не зря еще Марко Поло предостерегал, что тут за 12 дней пути не встретишь ни жилья, ни травы, ни птиц и еду нужно нести с собой. А от большой высоты и великого холода — «и огонь не так светел и не того цвета, как в других местах, и пища не так хорошо варится». Многие смогли убедиться в справедливости слов великого венецианца. Но разве остановишь путешественников описаниями трудностей и благоразумными советами?

Николай Леопольдович верил в свою звезду. В разгар лета 1904 года он направился к хребту Петра I, куда до него не проникал ни один человек. Исследователь собирался переправиться через реку Муксу и пойти в горы вверх по ее долине. Но речка, пенясь волнами и грохоча камнями, не пустила дальше. Летом во время обильного таяния ледников даже ручьи разбухают до бурных потоков, а Муксу была рекой приметной.

Корженевский набрался терпения и вернулся туда несколькими неделями позже. К осени высокая вода сошла и позволила путникам переправиться у Алтынмазара. С Николаем Леопольдовичем пошел проводником один из местных жителей. Вначале следовали по тропе, которая становилась все уже и уже, а потом и вовсе исчезла. Вскоре на пути в боковой долине открылся большой ледник. Но у исследователя на этот раз была другая цель — проник-

нуть к водораздельной линии хребта Петра I. Там к долине реки подходили концы его отрогов, и образовалась сложная разветвленная сеть с множеством боковых долин и ледников. И все же этот первый повстречавшийся на пути ледник был нанесен на карту. Корженевский назвал его в честь своего старшего собрата по исследованиям Средней Азии — географа, геолога и гляциолога И.В.Мушкетова. Ивана Васильевича уже не было в живых: он умер двумя годами раньше. Но вклад петербургско-московского профессора в русскую науку был достоин того, чтобы его имя появилось на карте Памира. Он открыл здесь Заравшанский ледник, дал орографическое и геологическое описание Средней Азии, был одним из организаторов Международной ледниковой комиссии, образованной в 1894 году. К концу позапрошлого века ученые мира уже начали заниматься льдом и снегом в горах сообща и весьма основательно.

Корженевский, наверное, был доволен: его первый серьезный выход в глубь Памира увенчался открытием, к тому же удалось исполнить долг перед собратом по науке. Да и цель была достигнута: долина у северных склонов хребта Петра I пройдена до конца.

Через шесть лет Корженевский вновь проникнет в долину Муксу. Неизвестной силой тянуло его в знакомые места. В этом узле речных долин, ледников, склонов он видел все новые и новые неразгаданные связи, в которых обязан был разобраться. В августе 1910 года Николай Леопольдович провел отпуск на Северо-Западном Памире. Он все больше и больше входил во вкус исследований: вел измерения высот, проводил рекогносцировку, наблюдал изменения ледников, изучал древние отложения.

Наконец, пришло крупное открытие. Погода ему благоприятствовала. Ущелье с ледником Мушкетова хорошо просматривалось, и взору исследователя предстала стройная, белоснежная, холодная красавица вершина, до сих пор никому не известная. Николай Леопольдович оценил ее высоту — не менее 20 тысяч футов. Это уже кое-что значило. В дневниковых записях читаем: «На заднем плане ледника (Мушкетова. — *Примеч. авт.*) оказались мощные снежные горы и среди них особенно громадный, куполообразный пик, который я хотел бы назвать пиком Евгения, в честь моего друга, которому так много обязан по своим поездкам».

Это было отступление от общепринятого географического этикета, даже до некоторой степени вызов. Обычно названия пиков прославляли царственных особ или крупных государственных

деятелей. Так появились на карте пики Царя Миротворца и Императрицы Марии (позже их переименовали в пики К.Маркса и Ф.Энгельса). Еще одна вершина высотой 7134 м, которая в те годы главенствовала на Памире да и на всей территории Российской империи, называлась пик Кауфмана (в годы советской власти она превратилась в пик Ленина). В 1868 году ее открыл Федченко и назвал в честь покровителя ученых, путешествующих по Средней Азии, генерал-губернатора этого края, именуемого тогда Туркестаном, — К.П.Кауфмана.

Женские имена на карту попадали нечасто, хотя в свое время сам Геродот удивлялся, что материкам даны женские названия: Европа, Азия, Африка. Однако в горах нет-нет да и появлялся какой-нибудь «Кызбрум» — «девичий утес» — напоминание о том, как сбрасывали со скал непокорных невест, не желавших выходить замуж за назначенных женихов, или как сами невесты бросались в пропасть, чтобы избавиться от навязанных суженых.

Неизвестно, терзался ли Николай Леопольдович сомнениями по поводу названия, поскольку таджики уже дали горе имя Кух-и-Сантолок, в свободном переводе — «Утренний снег». Но он окрестил увиденную им белоснежную красавицу вершину именем своей жены-помощницы. Таково право первооткрывателя — оно дается ему трудом, мужеством, настойчивостью. Хорошее, справедливое право!

Евгения Сергеевна из скромности пыталась удержать мужа от возведения ее на такой высокий пьедестал, но попытки успехом не увенчались. Пришлось оправдывать доверие. Потом о ней напишут, что на ее плечах лежала нелегкая забота о муже-исследователе в тяжелые годы революции, басмачества, первых пятилеток. Она сохраняла ему уют, здоровье, время.

Выпадало всякое. Еще на заре поисков в дневнике меж деловыми заметками, схемами, цифрами, рисунками встречались и такие строчки: «Остался один, совершенно один со своими думами и чувствами... В душе пустота. Нет желаний, нет и вечной потребности анализировать свою жизнь и поступки. Впрочем, думаю, что это безразличное состояние есть нечто временное...»

Был и такой опасный момент в революционные дни. В город Скобелев в Ферганской долине, где они жили (сейчас он называется Фергана), вступили красные. Разыскивали белогвардейцев и им сочувствующих. Пошел слух, что последуют аресты бывших офицеров. Коллеги Корженевского советовали ему скрыться — горы, мол, всегда выручали. В тусо-



сти Николая Леопольдовича никто не мог упрекнуть: будучи полковником на Западном фронте с 1914 по 1916 год, он повидал всякое. Исследователь остался в городе. Пусть скрывается тот, кто чувствует за собой вину! Однако произойти могло все что угодно. Вопреки опасениям, новая власть предложила ему сотрудничать: в ноябре 1918 года он был назначен преподавателем военной географии на Ферганских пехотных курсах, а затем переведен на должность начальника снабжения 2-й Ферганской дивизии. В 1920 году после встречи с М.В.Фрунзе, командующим войсками Туркестанского фронта, Корженевский оказался на посту начальника снабжения этого фронта. Таковы были превратности бурного времени.

Евгения Сергеевна, надо полагать, оправдала доверие мужа. Она не ревновала его к науке, безропотно и с пониманием относилась к его частым отлучкам. Да и сама много путешествовала с мужем по далеким уголкам Памира и Тянь-Шаня, а во время поездки в Италию поднималась с ним на вершину Везувия. Казалось, чего еще надо: пережиты тревожные годы небывалых войн — Мировой, Гражданской. Наверное, можно было и поубавить стремления к этим льдам и бурным речкам. Тем более что ему, несмотря на золотые погоны полковника царской армии, новая власть обеспечила спокойное профессорское житье в Ташкенте, работу в Туркестанском (Ташкентском) университете. Но неугомонный нрав не давал покоя.

Какой же уважающий себя путник останавливается на полпути или возвращается с полдороги? С этим и Евгения Сергеевна не могла не согласиться. Поэтому и собирала в дорогу мужа и в 1923, и в 1924, и в 1925 годах... То он пытался проникнуть к неразгаданным «белым пятнам» Западного Памира с востока, то снова с запада. В 1925 году во время своего похода заболел и раньше времени вернулся домой. Евгения Сергеевна вместе с ним переживала неудачу, когда, казалось, успех был так близок. Она не только не отговаривала, но и благословила мужа на очередной выход в горы в следующем, 1926



году все в тот же излюбленный район ледника Федченко, где находилась «ее» вершина, самая высокая в этом узле. По-прежнему никто не мог сказать, как далеко тянутся границы ледника, но Николай Леопольдович накапливал все больше и больше фактов, разрабатывал все новые и новые схемы расположения хребтов. И очередная удача пришла: Корженевский открыл массив, который назвал хребтом Академии наук, и еще одну величественную вершину — пик Карпинского, по имени тогдашнего президента АН СССР.

Думал ли тогда исследователь, что пройдут каких-нибудь полтора-два десятка лет, и за его плечами окажутся более 70 крупных открытых и изученных ледников Памиро-Алая, что он составит первый каталог этих «ледяных рек» Средней Азии? Историки науки стали говорить о нем как об основателе ташкентской описательной географической школы. В 1947 году его избрали членом-корреспондентом АН УзССР. Его именем названы пик (6088 м) Заалайского хребта на Памире и три ледника — два на Тянь-Шане и один на Памире. Проявился у Корженевского и еще один талант — педагогический. Еще в годы Гражданской войны он создал курс географии для средней школы, ему были искренне признательны многочисленные ученики.

В детстве и юности нам обычно представляются мечты, которые далеки от реальности. Хорошо, если в зрелости не приходит разочарование. А уж осуществление задуманного случается совсем не часто, здесь многое зависит от верности призванию. (Как скажут психологи, талант — это работа в одном направлении.) Пример Н.Л.Кор-

женевского — не исключительный, когда вопреки полученной изначально профессии, ожидаемой карьере, верх берет призвание. Да еще когда рядом есть та, кто тебя понимает с полуслова и даже без слов.

Николаю Леопольдовичу не пришлось делить свое сердце между этими вершинами и своей избранницей. Евгения Сергеевна еще в ошском захолустье восторженно поддерживала своего «великого путешественника». А после замужества в 1905 году и сам Бог, как говорится, велел следовать за мужем. Когда обстоятельства не позволяли и она не была рядом в экспедициях (а их Корженевский совершил восемнадцать), разлуку переживали оба. Ей неудобно было показывать, какое большое чувство друг к другу сохранилось у них на всю жизнь.

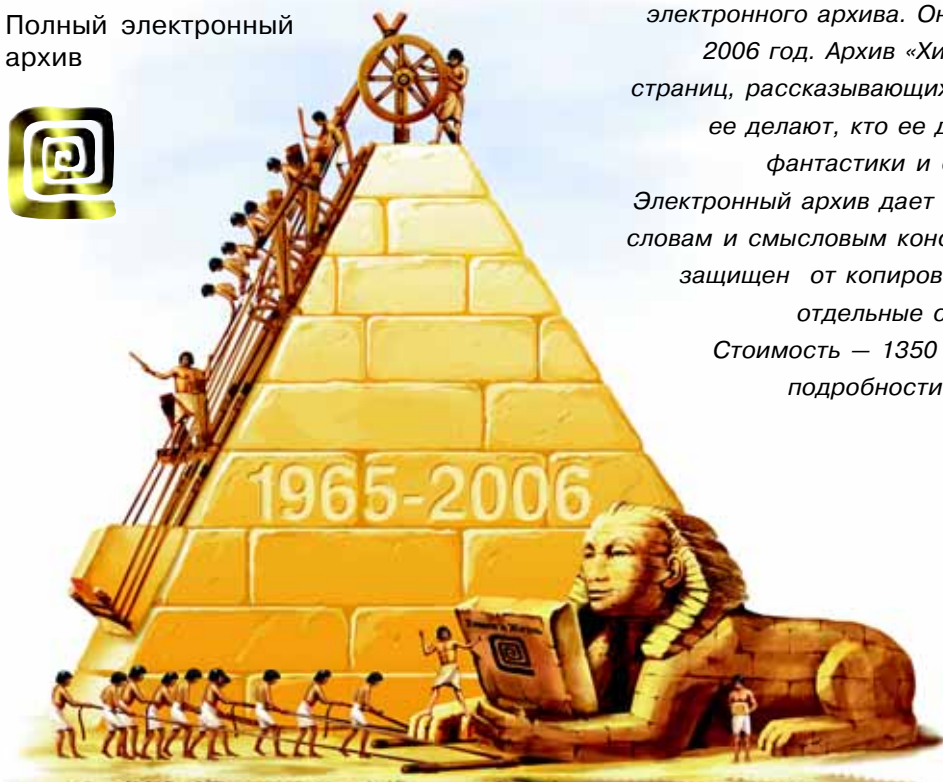
Н.Л.Корженевский дожил не просто до почтенных седин (он умер на 80-м году жизни), а до тех лет, когда его стали называть патриархом гляциологов. И каждый раз он не забывал упомянуть, что никогда бы не достиг своих высот — ни научных, ни возрастных — без помощи, ласковой заботы и любви своей вдохновительницы. И говорят, был очень рад и признателен коллегам и картографам, что пик Евгении (позднее — пик Евгении Корженевской) не был переименован. С 1927 года он стал носить фамильное название — «пик Е.Корженевской». Возможно, таким образом картографы отдали дань уважения своему коллеге, а вершина стала памятником обоим супругам. Ныне пик очень популярен среди горовосходителей, на него проложено 17 альпинистских маршрутов 5–6-й категории сложности.



ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

Полный электронный
архив



Дорогие друзья! Вышла новая версия полного электронного архива. Оно включает все номера с 1965 по 2006 год. Архив «Химии и жизни» — это более 50 000 страниц, рассказывающих о современной науке, о том, как ее делают, кто ее делает и зачем, а также антология фантастики и собрание великолепных рисунков. Электронный архив дает возможность поиска по ключевым словам и смысловым конструкциям. Предупреждаем: архив защищен от копирования, можно переписывать только отдельные статьи и рисунки, но не весь диск. Стоимость — 1350 рублей с учетом доставки. Узнать подробности и заказать архив можно на сайте журнала www.hij.ru и по телефону (495) 267-54-18.



ЗАО «КАТАКОН» предлагает совместную разработку ЗАО «КАТАКОН», Института катализа им. Г.К.Борескова СО РАН, Института физики полупроводников СО РАН

АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



630090 Новосибирск,
пр. Академика Лаврентьева, 5, ЗАО «КАТАКОН»
телефон +7(383) 3397265, 3331084;
факс (383) 3308766,
e-mail: catacon@ngs.ru
www.catacon.ru

Измерение удельной поверхности приборами серии **СОРБОМЕТР** базируется на тепловой десорбции аргона или азота методами БЭТ и STSA. Приборы эффективны для определения текстурных характеристик дисперсных и пористых веществ и материалов в научных исследованиях, в промышленности (контроль качества сырья и готовой продукции), а также в учебных целях. Измерения прибора **СОРБОМЕТР** основаны на однократном методе БЭТ, **СОРБОМЕТР-М** — на многоточечных методах БЭТ и STSA. Метод STSA позволяет определить объем микропор образца.

Технические характеристики приборов

Диапазон измеряемой удельной поверхности 0,1–2000 м²/г
Диапазон относительных парциальных давлений газа-адсорбата 0,03–0,95
Полная автоматизация цикла адсорбция-десорбция.
Встроенная в прибор станция подготовки исследуемых образцов к измерениям.
Управление процессом измерения и обработка результатов с использованием ЭВМ.

Мы обучаем персонал потребителя работе на приборе, обеспечиваем техническое и методическое сопровождение прибора во время эксплуатации.

Москва, КВЦ «Сокольники»

10–13 апреля 2007



A-TESTex (Аналитика) – 5-я Юбилейная Международная специализированная выставка

A-TESTex
ANALITIKA

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ,
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
ПРИБОРЫ, ЛАБОРАТОРНАЯ МЕБЕЛЬ
И ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ.
БИОАНАЛИТИКА

РАЗДЕЛ «АНАЛИТИКА»

Измерительные приборы и оборудование
Нанотехнологии
Оборудование лабораторное вспомогательное
Реактивы и материалы
Средства обеспечения работы аналитических лабораторий
Средства автоматизации лабораторных исследований
Комплексное оснащение лабораторий

РАЗДЕЛ «БИОАНАЛИТИКА»

Электрофорез
Приборы для биотехнологии
Биосенсоры
Биохимикаты
Лабораторное оборудование для биотехнологии и биологических наук
Исследование медикаментов
Протеомика
Стерильная техника
Информация и услуги для биотехнологии
Биотехнология в сфере охраны окружающей среды

www.analyticaexpo.ru

В рамках выставки пройдут
специализированные мероприятия:
конференции, тематические семинары
и круглые столы

ОРГКОМИТЕТ ВЫСТАВКИ:

Выставочный холдинг MVK

Тел./факс: (495) 105-35-60

E-mail: oae@mvk.ru

www.mvk.ru

Директор выставки — ЕПИФАНОВА О. А.

Организаторы выставки A-TESTex-2007
приглашают все предприятия, заинтересованные
в развитии данной отрасли, в продвижении своей
продукции на рынке и установлении новых деловых
партнерских отношений, принять в период
с 10 по 13 апреля 2007 года
активное участие в данной выставке!

Быстрое чтение развивает мозг

Две самые ценные сейчас вещи — это время и информация. Поэтому в выигрыше тот, кто умеет быстро добывать, воспринимать и перерабатывать максимальный ее объем. В сфере образования это правило работает, как нигде: ведь год от года нагрузка у школьников и студентов возрастает, а в сутках по-прежнему остается 24 часа. Поэтому нет ничего удивительного в том, что именно учащимся особенно важно овладеть способом быстрого и качественного усвоения информации.

Параллельно современная цивилизация решает еще одну проблему — оптимизации интеллектуальных ресурсов. Один из самых необходимых шагов на этом пути — исследование и развитие мыслительного аппарата, чтобы человек стал полновластным хозяином своего ума.

Школа быстрого чтения (ее основатель и бессменный руководитель — академик Олег Андреевич Андреев) помогает своим ученикам в решении этой задачи. Как говорит сам Олег Андреев, «Мы изобрели то, что до нас никто даже не пытался изобрести».

Тот, кто проходит школу быстрого чтения, имеют большие преимущества перед сверстниками. Чтобы понять почему, надо рассказать о программах. Их у школы довольно много, поэтому остановимся только на главных. Первая ступень обучения — программа «Доминанта». Ее цель — повышение скорости чтения до 5 тыс. знаков в минуту. Следующая ступень — программа «Сатори», рассчитана не только на повышение скорости чтения до 10 тыс. знаков в минуту, но и на тренировку памяти. Затем идет программа «Ультра-рапид», которая развивает внимание и позволяет добиться сверхбыстрого чтения (до 20 тыс. знаков в минуту). Поскольку на занятиях по программе «Доминанта» принимают только слушателей с 14 лет, то мы разработали еще две программы — «Спринт» для детей 10–11 лет и «Старт» для 12–13-летних.

Возможно, кому-то покажется, что единственная наша задача — научить людей быстро читать. Это не совсем так. Да, в первую очередь мы даем навыки быстрого и, что самое главное, качественного чтения. Одна из учениц нашей школы, московская школьница Светлана Архипова, установила рекорд скорости чтения — 60 тыс. знаков в минуту, зарегистрированный в российской Книге рекордов Гиннеса. Но дело ведь не только и не столько в том, что Светлана и ее товарищи читают быстро. Они читают более внимательно и надолго запоминают прочитанное.

Кроме того, в процессе занятий в нашей школе идет активизация деятельности правого полушария головного мозга, отвечающего за творческие способности. В результате у слушателей улучшаются память и внимание, развиваются реакция и устная речь, расширяется поле зрения, совершенствуется мышление. Наши методики вооружают мозг более эффективными программами, формируют новые способы перекодирования информации. Люди становятся умнее, а их способности к обучению растут на глазах — в первую очередь потому, что каждый раз при чтении текста их «натренированный» мозг экономно и точно отбирает самое нужное и полезное из потока воспринимаемой информации.

Многие считают, что техника быстрого чтения годится только для учебных или научных текстов, но не для художественной литературы. Это не так. Просто существует свой, особый алгоритм чтения художественных текстов (ему обучают в нашей программе «Сатори»). В результате вы читаете книгу,



ИНФОРМАЦИЯ

а вам кажется, что смотрите интересное кино: события развиваются динамично, оживают картины природы, краски приобретают яркость...

Известный российский психиатр Лев Семенович Выгодский писал: «Некоторые думают, что медленное чтение продуктивнее. Однако на самом деле при быстром чтении интеллектуальные процессы ускоряются и выполняются более качественно». Это верно как для научных, так и для художественных текстов.

В Школу быстрого чтения принимают всех. Единственный момент — если ребенок не дорос до «Доминанты», ему придется отправиться сначала на «Спринт» или «Старт». За этим мы следим очень строго, поскольку ребенок даже не каждый год, а каждые полгода проходит определенный этап развития. А вот верхней возрастной планки нет — к нам приходят и люди весьма преклонного возраста. Нет никаких ограничений и по здоровью — среди учеников нашей школы были даже люди с церебральным параличом. Также нет вступительных экзаменов и тестирований, обучение начинается сразу. У нас довольно много заочников, и их становится все больше и больше. Кроме того, мы активно открываем филиалы.

Если вы овладели нашей методикой и при этом в совершенстве знаете английский, то и на английском вы будете читать так же быстро, как на русском. Навык быстрого чтения остается на всю жизнь. Конечно, хорошо время от времени его подновлять — для этого разработан комплекс упражнений, которые можно выполнять самостоятельно. Но вообще-то техника быстрого чтения сродни плаванию. Тот, кто постоянно тренируется, плавает быстрее и грамотнее. Тот, кто не тренируется, плавает медленнее, но не тонет, потому что разучиться это делать уже невозможно.

Круг тех, кому нужно научиться быстро читать, весьма широк. Это школьники и студенты, аспиранты и ученые, бизнесмены, госслужащие и многие другие. За годы работы Школа быстрого чтения обучила около 1 млн. человек.

Многолетняя практика убедительно доказала, что, например, школьникам очень удобно заниматься в каникулы. В дни весенних каникул, с 24 марта, мы приглашаем школьников Москвы и Подмоскovie на экспресс-обучение: восемь занятий восемь дней подряд. Многолетняя практика показала высокую эффективность этих занятий.

Заочная форма обучения работает постоянно. По каждой программе высылаются учебники, видеокурсы, аудиодиски.

Пишите: 125047, Москва, Школа Олега Андреева
Звоните: тел. 8-495-625-45-00
www.fastread.ru





Художник И. Олейников

Запрещено и уничтожается

В апреле 2007 года исполнится десять лет с того момента, как вступил в силу один из важнейших международных договоров XX столетия: «Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и его уничтожении». Россия была в числе главных инициаторов и авторов этой Конвенции. Более того, она провозгласила химическое разоружение приоритетным направлением своей государственной политики. Этот договор стал первым в истории многосторонним соглашением по разоружению, в котором предусматривалось запрещение целого вида оружия массового уничтожения (ОМУ) – и жесткие меры контроля.

Человечество впервые столкнулось с этой проблемой в таких глобальных масштабах. Из-за того что международный терроризм становится все активнее, для многих стран распространение ОМУ, в том числе и химического оружия, стало одной из главных угроз XXI века. И для России с ее протяженными границами и геополитическим положением это актуально в первую очередь.

Для каждой страны, ратифицировавшей Конвенцию, нераспространение оружия массового поражения помимо всего прочего включает совершенствование внутреннего законодательства, а также меры пограничного, таможенного и других форм государственного контроля (чтобы через границу не перемещались «подозрительные» технологии и материалы). Конечно, чем больше государств присоединится к Конвенции, тем успешнее будет уничтожаться химическое оружие.

Россия последовательно выполняет все свои международные обязательства. Это означает, что все это время наши специалисты уничтожали запасы химического оружия, принимали меры по его нераспространению, а также перепрофилировали те предприятия, на которых его производили.

Уничтожить химическое оружие оказалось сложнее, чем его создать. Но делать это необходимо, ведь время работает не на нас. Отравляющие вещества могут храниться дольше, чем металлические оболочки, в которые они залиты, то есть снаряды, авиабомбы и бочки прохудятся раньше. Поэтому чем быстрее их ликвидировать, тем лучше. Отсюда и сжатые сроки, в которые планируется их уничтожение.

Вернемся к еще более раннему времени – до Конвенции. На самом деле с инициативой запретить и уничтожить химическое оружие СССР выступил еще в 80-е годы прошлого века. В сентябре 1989 года СССР и США, обладатели крупнейших в мире его запасов, подписали и успешно реализовали Соглашение – Вайомингский меморандум о взаимопонимании, – предусматривающее добровольный обмен данными о запасах химического оружия, взаимные визиты и инспекции.

Вскоре после этого шесть стран объявили о том, что у них есть химическое оружие в следующих количествах:

СССР (Россия) — 40 000 т, США — 28 000 т, Южная Корея — 6000 т, Индия — 1000 т, Ливия — 23 т, Албания — 16 т.

В 90-е годы, после принятия Конвенции, Россия разработала специальную Федеральную программу, согласно которой запасы химического оружия в РФ должны быть уничтожены до 29 апреля 2012 года. На первом этапе будут ликвидированы кожно-нарывные отравляющие вещества (иприт, люизит), хранящиеся в емкостях, на втором — фосфорорганические отравляющие вещества (зарин, зоман, V-газ), люизит, ипритно-люизитные смеси, а также фосген в снарядах и авиабомбах.

Для того чтобы выполнить эту непростую программу, России надо реализовать несколько задач. Во-первых, разработать безопасные, экологически чистые и экономически приемлемые технологии уничтожения химического оружия. Во-вторых, построить семь специально спроектированных заводов в районах хранения химического оружия. И наконец, создать надежные системы мониторинга окружающей среды, здоровья обслуживающего персонала и населения в местах уничтожения.

Как решались и решаются эти задачи? Проблема уничтожения отравляющих веществ встала перед нами еще в 70-е годы, когда надо было уничтожить снятые с хранения малые партии химических боеприпасов с фосфорорганическими ОВ. Тогда в Государственном научно-исследовательском институте органической химии и технологии (ГосНИИОХТ), где подобные работы ведут еще с 1969 года, создали передвижной комплекс уничтожения химического оружия (рис. 1), принятый в 1980 году на снабжение Советской армии. Его работу в 1987 году в Шиханах продемонстрировали представителям стран-участниц переговоров по проблеме ликвидации химоружия, что произвело немалое впечатление.

Сегодня ученые ГосНИИОХТа на высочайшем уровне отладили несколько оригинальных технологий уничтожения ОВ. Самой сложной из них, пожалуй, оказалось уничтожение люизита, хотя он и менее токсичен, чем его фосфорорганические собратья (V-газ, зарин, зоман). Накоплено его в России было 7 тысяч тонн. Сложность в том, что входящий в молекулу люизита мышьяк не только ядовит сам, но и в большей или меньшей степени ядовиты все его соединения. (Вспомните госпожу Бовари, которая, для того чтобы свести счеты с жизнью, выбрала оксид мышьяка.) Вот и получается — в какое бы вещество ни превращать люизит, все равно оно получается настолько токсичным, что закапывать его все равно нельзя.

С другой стороны, и сам мышьяк, и некоторые его соединения (трихлорид, оксид, арсенид галлия и другие) — ценные добавки к высококачественным сплавам и полупроводниковым материалам, применяемым в микроэлектронике и оптике. Естественно, химики многих институтов искали способ превращения люизита в полезные соединения. Наиболее эффективной и безопасной эксперты признали технологию, разработанную в ГосНИИОХТе, — она заключается в щелочном гидролизе люизита и последующем электролизе реакционной массы. При электрохимическом восстановлении арсенида натрия (продукта гидролиза люизита) выделяется мышьяк. Однако он содержит много примесей, и, для того чтобы его можно было использовать дальше, мышьяк должен пройти несколько стадий очистки.

Основное финансовое бремя несет Россия, международная помощь составляет лишь 20% от обещанной. Между тем она будет актуальна в 2007—2009 годы, когда планируется создание основных производственных мощностей для уничтожения оставшихся запасов ОВ.

Эту задачу успешно решили в Институте общей и неорганической химии РАН. Оказалось, что достаточно одного этапа очистки — сублимации, — чтобы полученный из люизита мышьяк стал «особо чистым». Он намного лучше того, что получают из традиционного природного сырья, аурипигмента и реалгара, и его можно использовать в производстве металлического мышьяка и мышьяксодержащих соединений. И все же его дочичаю еще и превращают в металлический мышьяк особой степени чистоты. Он удовлетворяет всем техническим требованиям и не уступает продукции ведущих производителей.

С крайне трудными задачами столкнулись ученые, разрабатывая методы уничтожения фосфорорганических ОВ (ФОВ). Коллективы многих НИИ предлагали различные решения, итоги открытого конкурса подвели в 1995 году. Выбрали технологии, разработанные в ГосНИИОХТе. Тут надо сказать, что ФОВ в основном находятся в снарядах и авиабомбах, а метод, предложенный химиками ГосНИИОХТа, позволяет уничтожать опасные вещества прямо в боеприпасах.

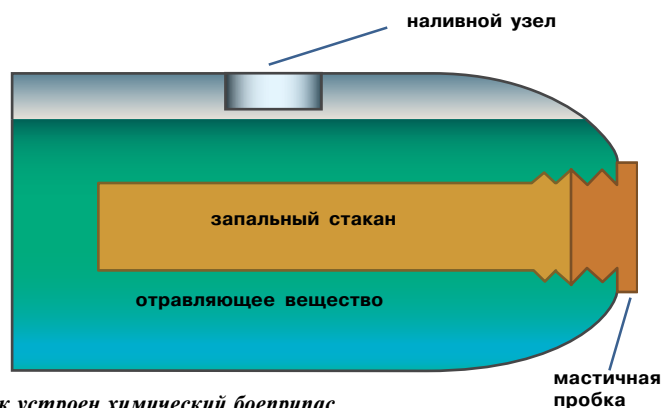
На первый взгляд проще некуда: в химическом боеприпасе есть свободный объем (рис. 2), поскольку ФОВ занимает только 90%. Конечно, в нем также есть наливной узел, запальный стакан для разрывного снаряда и масляная пробка. В свободный объем продуктовой камеры вносят реагент, и уже через три месяца содержимое бое-

Конвенцию разрабатывали почти 20 лет. К 29 апреля 1997 года ее ратифицировали 87 государств, а к декабрю 2004 — 167. В строгом соответствии с положениями Конвенции уничтожение химического оружия ведется под контролем международной Организации по запрещению химического оружия (штаб-квартира в Гааге, в Нидерландах).



1

Передвижной комплекс уничтожения химического оружия



2

Так устроен химический боеприпас



3

Объекты уничтожения химического оружия помечены кружками

припаса превращается в однородную реакционную массу, менее токсичную, чем большинство пестицидов.

Ученые ГосНИИОХТа разработали еще одну безопасную технологию – двухстадийную. В ней ФОВ извлекают из боеприпасов, нейтрализуют, а потом утилизируют реакционные массы.

А как же уничтожают свои запасы США, ратифицировавшие Конвенцию 25 апреля 1997 года? Там фосфорорганические отравляющие вещества чаще всего сжигают в специальных установках. Эта технология представляется несколько менее надежной, чем применяемая у нас, поскольку требует очень строгого соблюдения параметров горения в течение длительного времени. Не случайно эти технологии запрещены во многих странах. Известно, что число только объявленных отказов за период работы установки на атолле Джонстон (США) в Тихом океане превысило 60. К тому же при сжигании образуется масса новых соединений, в том числе токсичных. Так, по официальным данным, в атмосферных выбросах этой установки присутствуют 78 химикатов, включая диоксины.

Вернемся к России. Федеральная целевая программа которой предполагает строительство семи специально спроектированных и оснащенных объектов (рис. 3). В декабре 2002 года в поселке Горный (Саратовская обл.) был сдан первый полномасштабный объект уничтожения химического оружия. К декабрю 2005 года на нем ликвидировали все хранившиеся запасы химического оружия (1143,2 тонны иприта, люизита и их смесей). Тогда же завод вывели из-под режима международной проверки (по Конвенции), начали перерабатывать реакционные массы и создавать установку электрохимического выделения мышьяка из арсенита натрия.

Одновременно с завершением работ в Горном был введен в строй второй объект по уничтожению люизита (Камбарка, Удмуртская республика). В июле 2006 года заработал третий, «Марадыковский» (пос. Мирный Кировской обл.), предназначенный для обеззараживания авиационных боеприпасов с ФОВ и смесями иприта и люизита.

На очереди – строительство и запуск еще четырех пунктов для уничтожения химического оружия. В 2008 году предстоит сдать объект для ликвидации артиллерийских боеприпасов, снаряженных ФОВ, в поселке Щучье (Курганская обл.), объект для уничтожения средств доставки



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

ФОВ в поселке Леонидовка (Пензенская обл.) и в городе Почеп (Брянская обл.). И наконец, в 2009 году – последний объект для ликвидации емкостей с ФОВ и люизитом, в городе Кизнер (Удмуртская республика).

Во всех объектах по обеззараживанию отравляющих веществ создаются многоступенчатые системы очистки вентиляционных выбросов. Они включают несколько типов твердых сорбентов и обеспечивают степень очистки, близкую к абсолютной. Химики ведут постоянный мониторинг окружающей среды, а также здоровья сотрудников объектов и жителей районов уничтожения отравляющих веществ. Например, при детоксикации люизита в поселке Горный с 25 ноября 2003 по 31 декабря 2004 года на объекте протестировали около 50 000 химических анализов биоты. Все они подтвердили безопасность технологии.

Что уже сделано сегодня? Приведем лишь некоторые данные. К 5 декабря 2006 года уничтожено 3123 тонны (15% запасов) кожно-нарывных отравляющих веществ (иприт, люизит), а также 2925 тонн нервно-паралитических веществ (ФОВ). Из 24 объявленных производств к марту 2006 года уничтожено 7, конверсировано 11, а 5 находились в процессе конверсии. К 29 апреля 2007 года, десятилетию вступления Конвенции в силу, планируется уничтожить 20% запасов отравляющих веществ, а точнее, 8 тысяч тонн.

В соответствии с Конвенцией, весь процесс контролирует Организация по запрещению химического оружия. Международные инспекционные группы постоянно присутствуют на объектах весь период их работы. В их составе работают также специалисты ГосНИИОХТа. Каждый год они участвуют примерно в 50 инспекциях и проверяют хранение химического оружия, технологический процесс его уничтожения и выполнение мер по демилитаризации и конверсии.

Теперь, через 10 лет, получены результаты и опыт, которые позволят решить проблему полной ликвидации химического оружия. Впервые в истории осуществлена детоксикация отравляющих веществ в промышленном масштабе, отобраны самые эффективные и экологичные технологии их уничтожения, отработаны беспрецедентные меры контроля, обеспечивающие безопасность. Поэтому к следующему, полукруглому юбилею Конвенции (в 2012 году) химического оружия уже не будет.

Кандидат химических наук
Е.А.Фокин,
доктор химических наук
Л.В.Каабак

Российская Федерация рассчитывает, что иностранная помощь на строительство объектов уничтожения отравляющих веществ составит не менее 30% от общих расходов, то есть около 34 млрд. руб.

Об экспериментальной науке и острых ощущениях

Художник В. Камаев





В Институте проблем химической физики РАН, что в городе Черноголовке, грочют выстрелы. Нет, это не сотрудники делят интеллектуальную ответственность, и понятие «передний край науки» не обрело буквальный смысл. Стрельба идет по крысам. Вы спросите зачем? У меня есть некоторые соображения на этот счет, но сначала позвольте познакомить вас с официальной версией, изложенной в статье «Ингибитор свободно-радикальных процессов снижает уровень синтеза белков в зоне огнестрельной раны и ослабляет развитие общего адаптационного синдрома», журнал «Известия РАН. Серия биологическая», № 6 за 2006 год.

Согласно этой версии, сотрудники института исследовали «динамику биосинтеза общих белков и коллагена в зоне огнестрельной раны мышечной ткани в процессе ее естественного заживления и при наружном использовании линимента дибунола». А потребную для этого «огнестрельную рану наносили в бедро крыс с помощью малокалиберной винтовки Марголина, калибр 5,56 мм, с расстояния 10 м».

Это единственная посвященная стрельбе фраза, но сколько дум она наводит. Почему именно с десяти метров? Я не стрелок, но мне кажется, что очень непросто попасть в крысиное бедро с такого расстояния. Интересно, кто у них стрелял: старший егерь вивария, приглашенный снайпер? Или кто-то из экспериментаторов бьет крысу влет без промаха с завязанными глазами? А может, винтовка у них с оптическим прицелом? А стреляли стоя или лежа? Вопросы, вопросы, вопросы...

Со стрелками у нас полная неясность. А как обстоит дело с мишенью? Поскольку стрельба, если верить авторам статьи, проводилась с научной целью, экспериментаторы должны были нанести нескольким десяткам крыс абсолютно идентичные раны. А для этого желательно иметь неподвижную мишень. Но методику обездвиживания животных авторы

статьи не разглашают. Более того, они ничем не дают понять, что обездвиживание вообще имело место. Либо крысы во время стрельбы в ужасе метались по загону, либо их просто связывали и ставили к стенке. Интересно, глаза им завязывали? А если с первого раза не попадали, сколько раз расстреливали? А куда еще попадали, кроме бедра, и каков процент удачных выстрелов? Но об этих деталях в статье нет ни слова, равно как о стандартизации ран и о том, оставалась ли в ране пуля или проходила навылет (очень важная, между прочим, подробность, если действительно интересоваться состоянием огнестрельного ранения). Впрочем, впечатлительного читателя отсутствие расстрельной статистики может только порадовать. А о чем я и впрямь жалею, так это о том, что исследователи не ссылаются на документ, который регламентировал их отношения с объектом исследования.

Продолжим, однако, знакомство со статьей. Настреляв несколько десятков крыс, экспериментаторы залили половине животных рану до краев линиментом (то есть эмульсией) дибунола, а другую половину оставляли выздоравливать, как сами знают. Всего две группы, контроль и опыт. Да никакой это не опыт и уж тем более не контроль! Дибунол — антиоксидант, и авторы особенно упирают на то, что именно его антиоксидантные свойства влияют на скорость синтеза белков и способствуют ранозаживлению. Но на самом-то деле они не изучали действие антиоксиданта, а сравнивали процессы в открытой ране и ране, залитой эмульсией. Какую-то разницу обнаружили, но нет никаких доказательств, что она вызвана именно действием дибунола. Они ведь не сравнили его действие с эффектом любой другой эмульсии, например синтомициновой, или простого вазелина. Возможно, результат был бы тот же.

Впрочем, для крыс результат и так был один. Через несколько дней всех страдальцев забивали (про

наркоз опять ни слова) и измеряли активность белкового синтеза в их органах и тканях. Методических подробностей и здесь немного, и позвольте мне на них не останавливаться. Упомяну лишь, что для выделения белков почему-то использовали метод сорокалетней давности, предназначенный для выделения и фракционирования нуклеиновых кислот (он известен как метод Кирби — Георгиева). Я не понимаю, почему о функциональном состоянии организма в целом и разных его органов в частности надо судить по скорости синтеза общего белка. Выводы из этой скорости можно сделать в лучшем случае косвенные. Гораздо больше информации можно получить, определяя активность отдельных ферментов. Современные методы определения ферментной активности, помимо всего прочего, гораздо эстетичнее: не надо толочь расчлененную крысу, поливать ее фенолом и горячей кислотой. Представляете, сколько при этих манипуляциях кровищи, грязищи и вонищи? Но команда химфизиков из Черноголовки запаха не испугалась и предпочла рецепты хоть и не подходящие к случаю, зато проверенные временем.

По мере чтения статьи я все больше укреплялась в уверенности, что главное для ее авторов — не научный эксперимент, а стрельба по живым мишеням (опустив массу методических подробностей, они не забыли указать марку и калибр оружия). Такое поведение более подходит не ученым, а членам стрелкового общества имени Дерсу Узала. Очевидно, членом этого общества состоит и кто-то из редколлегии «Известий РАН». Ничем иным нельзя объяснить тот факт, что подобная статья появилась в академическом рецензируемом журнале.

Кандидат
биологических наук
Н.Л.Резник

ИнформНаука



МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

Диагностика йогурта

Лучше следить за качеством сыров, йогуртов, сметаны и другой кисломолочной продукции позволит методика, разработанная сотрудниками лаборатории генетики бактерий института ГосНИИ генетики. Эта методика дает возможность довольно быстро и практически со 100%-ной точностью определять микробиологический состав продукта (svetabotina@yahoo.com).

Качество йогуртов или сыров во многом зависит от состава кисломолочных бактерий и от присутствия других, в том числе посторонних микроорганизмов в заквасках. В настоящее время бактериальный состав определяют биохимическим способом, который занимает много времени и к тому же не слишком точен. К примеру, можно не отличить опасных энтерококков от «хороших» кисломолочных бактерий, потому что биохимически они очень похожи. В результате готовые кисломолочные продукты могут стать вредными для здоровья потребителей.

Новая технология основана на сравнении нуклеотидных последовательностей ДНК бактерий. Для этого ученые предлагают применять методы молекулярного типирования (ММТ) и ПЦР-диагностику. Нуклеотидный состав ДНК различается даже у родственных микроорганизмов, отсюда и высокая точность метода. ММТ и ПЦР-диагностика обладают настолько высокой чувствительностью, что позволяют отличать бактерии не только на видовом уровне, но и на уровне штаммов.

Молекулярный метод очень хорош, спору нет. Но у него есть один большой недостаток — высокая стоимость оборудования и проведения самого анализа. Кроме того, для работы на таком оборудовании нужны квалифицированные специалисты,

а их пока не так много. Все эти причины делают технологию малодоступной для большинства производителей, и они не спешат прибегать к ее использованию. И все же некоторые крупные компании уже заинтересовались этими разработками и активно сотрудничают с институтом ГосНИИ генетики.

БИОТЕХНОЛОГИИ

Лекарство от рака — из ферментера

Паклитаксел — это вещество, которое успешно борется с некоторыми видами рака. В природе оно есть только в коре редкого дерева — тихоокеанского тиса. Российские ученые из ОАО «Институт прикладной биохимии и машиностроения» (ОАО «БИОХИММАШ») разработали метод, с помощью которого сырье для получения ценного продукта можно выращивать прямо в производственном цеху (s@biochimash.ru, mag@bio.su).

Российские ученые разработали технологию, жизненно важную для десятков тысяч пациентов. Она позволяет получать практически в любых требуемых количествах паклитаксел — действующее вещество одного из самых эффективных, но и самых дорогих препаратов для лечения некоторых видов онкологических заболеваний, в том числе рака легкого, яичников и молочной железы. Субстанция, полученная по новой технологии, по структуре ничем не отличается от обычной. Но стоить будет, по мнению авторов, намного дешевле.

Дело в том, что высокая цена паклитаксела — это не прихоть фармацевтов, а следствие огромных затрат на его производство. В природе он обнаружен только в коре очень редкого и очень медленно растущего дерева — тихоокеанского тиса. Чтобы выделить количество, которое необходимо для лечения только одного пациента, нужно ободрать кору с 10–12 взрослых деревьев. Понятно, что такое лекарство дешевым не может быть по определению.

Разумеется, обнаружив удивительные свойства паклитаксела, а было это еще в 70-х годах прошлого века, ученые не перестают искать обходные пути — способы более дешевого его получения. Были разработаны и методы химического синтеза, и способ получения полупродукта из хвои тиса с последующей его переработкой в паклитаксел. Но увы, оказалось, что синтетический аналог дороже вещества, выделенного из природного сырья.

Метод, который предлагают использовать специалисты из «БИОХИММАШ», правильнее отнести к области биотехнологии. Потому что ценное лекарство ученые научились выделять из природного сырья. Но не из больших прекрасных деревьев, а из культуры клеток тиса, выращенных в специальном инкубаторе — ферментере. Это именно те клетки, которые лучше прочих вырабатывают искомую субстанцию.

Молодые отростки тиса — кончики молодых веток — отрезают и сажают в специальную питательную среду. В этой среде на побегах вырастает так называемый каллус — колонии неспециализированных клеток растения, из которых при правильном подходе можно вырастить те, которые потом понадобятся. В данном случае — такой штамм, который устойчиво и продуктивно вырабатывает паклитаксел.

Ученым пришлось провести гигантскую исследовательскую работу, пока не удалось получить оригинальный штамм, который устойчиво вырабатывает паклитаксел в лабораторных условиях. Чтобы перейти к промышленному производству, потребуются большая работа. Но как это сделать, ученые уже знают. У них есть опыт решения подобных задач: еще в советское время им удалось разработать аналогичную технологию для производства гензеназидов — действующего начала женьшеня. Из культивируемых клеток женьшеня, разумеется.

Когда можно ожидать биотехнологического паклитаксела, точнее, препарата на его основе? По мнению разработчиков, если все будет в порядке, то уже через полтора-два года пре-





Выпуск подготовили
О.Максименко, И.Шиловский



парат может появиться на аптечных прилавках. Очень хотелось бы, чтобы так и произошло.

ПРИБОРЫ

Перфорированное сердце

Специалисты Института общей физики им. А.М.Прохорова РАН разработали хирургическую лазерную установку, предназначенную для восстановления нормального кровоснабжения сердца. Установка сделана на основе твердотельного лазера на стекле, активированном ионами эрбия (длина волны – 1,54 мкм). Прибор легкий, выглядит как небольшой чемоданчик, питается от бытовой электросети и имеет автономную систему охлаждения, поэтому его можно использовать как персональный медицинский инструмент (dyuk@ran.gpi.ru).

Операцию, для которой предназначен аппарат, называют трансмиокардиальной лазерной реваскуляризацией (ТМЛР). Ее назначают пациентам с множественными поражениями коронарных сосудов, которым нельзя провести аортокоронарное шунтирование. Такие больные составляют около четверти пациентов с ишемической болезнью сердца. Суть ТМЛР заключается в том, что в сердце, страдающем от недостаточного кровообращения, лазером перфорируют маленькие отверстия. Эти отверстия быстро затягиваются, но в процессе заживления по их периферии образуются новые кровеносные сосуды. Возможно, основной механизм эффективности ТМЛР именно в этом и заключается; подробностей его действия ученые пока не установили.

Чаще всего для операции ТМЛР используют CO₂-лазеры, но их излучение невозможно передавать в нужное место с помощью волоконной оптики. Исследователи выяснили, что более всех прочих для данной цели подходят эрбиевые лазеры с длиной волны 1,54 мкм. Несколько лет назад в Институте общей физики создали эрбиевый лазер с полуторамикронным излучением. Экспериментальные операции с ним прошли успешно. Важно, что лазер с такой длиной волны не нарушал сердечный ритм и не вызывал других побочных эффектов и при этом позволял использовать волоконную оптику. На его ос-

нове московские физики разработали аппарат, специализированный для операций ТМЛР.

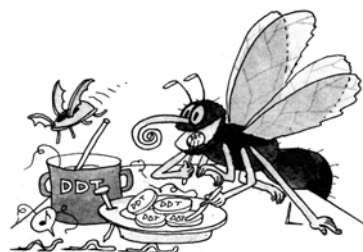
Его подключают к обычной бытовой электросети. В лазере использовали одноконтурную жидкостную систему охлаждения замкнутого типа. Она содержит 280 мл тяжелой воды (D₂O), которая обеспечивает непрерывную восьмичасовую работу прибора. Тяжелая вода препятствует появлению микроорганизмов и водорослей, которые обычно появляются в водяной системе охлаждения, не снабженной фильтрами.

Новый аппарат уже прошел предварительные испытания. С его помощью рассекали мягкие ткани и делали в них глубокие отверстия. Как показали эксперименты на животных, раны, нанесенные излучением с длиной волны 1,54 мкм через оптическое волокно диаметром 400 мкм, заживали в среднем на 5–7-й день, что на 5–6 суток быстрее, чем при использовании других лазеров. Установка позволяет «бурить» в сердечной мышце отверстия глубиной 3–4 см. Глубину каналов можно регулировать, изменяя длительность импульса.

Создатели этого замечательного аппарата, который не имеет мировых аналогов, утверждают, что его можно использовать не только для сердечно-сосудистой хирургии, но и в других областях.

МИКРОБИОЛОГИЯ

Бактерии едят нафталин



В очистных сооружениях химического предприятия «Нижнекамскнефтехим» ученые из Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К.Скрябина РАН обнаружили уникальный штамм бактерий. Особенность их в том, что они способны утилизировать нафталин и сходные с ним вещества по особому биохимическому пути. Это замечательное свойство бактерий, возможно, будет использовано для обезвреживания отходов химического производства (tatiz@ibpm.puschino.ru).

Обнаруженный микроорганизм относится к роду псевдомонас (а полное его название *Pseudomonas putida* AK5). Некоторые представители этого рода бактерий способны разлагать нафталин, но псевдомонас путида AK5 делает это особым образом. Она разрушает нафталин через промежуточные продукты салицилат и гентизат, что несвойственно родственным ей бактериям. Такой биохимический путь деградации нафталина и сходных с ним веществ (2-метилнафталин) встречается очень редко, и ученые не упустили возможности раскрыть его тайну.

Было интересно, имеет ли эта бактерия какие-то генетические особенности по сравнению с родственными видами. Исследователям удалось клонировать некоторые участки его ДНК, а затем детально их изучить. Оказалось, что наряду с хорошо известными генами у штамма AK5 присутствуют новые, еще не изученные. Их оказалось шесть, причем они имеют различное эволюционное происхождение, а это означает, что они «заимствованы» у других видов бактерий. Именно эти гены, а точнее, их комбинация и сформировала особый биохимический путь деградации нафталина.

«Такое бывает, — объясняют ученые, — когда бактерии меняются своими генами. Этот процесс в науке называют «горизонтальный перенос генов», он достаточно широко распространен в природе, хотя обнару-

жить его сложно. Но нам удалось это сделать на примере штамма AK5. Теперь перед нами стоит новая задача — выяснить, случайное ли это событие или закономерное, и какие преимущества при этом получил новый штамм».

Нафталин и его аналоги относят к опасным веществам, которые могут причинить значительный вред природе. Чтобы не допустить этого, в некоторых видах очистных сооружений применяют бактерии, способные его обезвреживать. Насколько реально использовать штамм AK5 для подобной очистки, пока судить рано, но попробовать стоит.





Споры о структуре воды

С доктором химических наук, главным научным сотрудником Института физической химии и электрохимии им. А.И.Фrumкина РАН Г.Г.Маленковым беседует обозреватель журнала С.М.Комаров.

Георгий Георгиевич, споры о структуре воды вот уже не одно десятилетие волнуют как научную общественность, так и людей, с наукой не связанных. Этот интерес не случаен: структуре воды порой приписывают целебные свойства, причем многие уверены, что этой структурой можно управлять каким-то физическим методом либо просто силой духа. А каково мнение ученых, которые не одно десятилетие занимаются изучением тайн воды в жидком и твердом состоянии?

Результаты наших исследований свидетельствуют: у чистой жидкой воды, то есть вещества, молекула которого состоит из атома кислорода и двух атомов водорода, нет и быть не может правильных структур, какие есть в кристаллах. Конечно, молекулы в жидкости как-то расположены, то есть

в ней существует структура согласно классическому определению члена-корреспондента РАН Г.Б.Бокия: «Структура — конкретное пространственное расположение частиц (атомов, ионов, молекул)». Причем молекулы расположены в соответствии с особенностями взаимодействия между ними. Например, в воде молекулы H_2O , как и в кристаллических модификациях льда, образуют водородные связи, направленные приблизительно к вершинам тетраэдра. Но существуют эти «конкретные пространственные расположения» очень недолго — в течение нескольких пикосекунд (одна пикосекунда — это миллионная доля миллионной доли секунды. — *Примеч. ред.*).

Какова эволюция представлений о том, как устроена жидкая вода?

Попытки представить картину стро-

ения воды связаны прежде всего со стремлением объяснить необычные свойства этого вещества. Испокон веков известно, что лед плавает на поверхности воды, то есть плотность кристаллического льда меньше, чем плотность жидкости. Почти у всех остальных веществ кристалл плотнее жидкой фазы. К тому же и после плавления при повышении температуры плотность воды продолжает увеличиваться и достигает максимума при $4^{\circ}C$. Менее известна широкой публике аномалия сжимаемости: при нагреве от точки плавления вплоть до $40^{\circ}C$ она уменьшается, а потом увеличивается. Теплоемкость воды тоже зависит от температуры не монотонно. Кроме того, при температуре ниже $30^{\circ}C$ с увеличением давления от атмосферного до 0,2 ГПа вязкость воды уменьшается, а коэффициент самодиффузии (параметр, который определяет скорость перемещения молекул воды относительно друг друга) растет. Для других жидкостей зависимость обратная, и почти нигде не бывает, чтобы какой-то важный параметр вел себя не монотонно — скажем, сначала рос, а после прохождения критического значения температуры или давления уменьшался. Возникло предположение, что на самом деле вода — это не единая жидкость, а смесь двух компонентов, которые различаются свойствами, например плотностью и вязкостью, а следовательно, и структурой. Такие идеи стали возникать в конце XIX века, когда накопилось много данных об аномалиях воды.

А кто был первым?

Считается, что первым идею о том, что вода состоит из двух компонентов, высказал Уайтинг в 1884 году. Мне не удалось найти его работу «Theory of cohesion», впрочем, как и многим другим исследователям. Эту работу цитирует Э.Ф.Фрицман в интересной монографии «Природа воды. Тяжелая вода», изданной в 1935 году. А вот работа В.Ренгтена, опубликованная в 1891 году, где он вводит представление о двух состояниях, которые различаются плотностью, напротив, известна всем исследователям воды. После нее появилось множество работ, в которых воду рассматривали как смесь ассоциатов разного состава («гидролей»).

Правильно я понимаю, что эти ассоциаты — нечто вроде частиц, которые ничем не связаны друг с другом, и именно с ними некоторые исследователи пытаются связать ту же память воды?

В общем-то да, но об этом позже. Когда в 20-е годы определили структуру льда, оказалось, что никаких ассоциатов в нем нет, а молекулы образуют трехмерную непрерывную сетку, в которой каждая молекула имеет четырех ближайших соседей, расположенных в вершинах правильного тетраэдра. В 1933 году Дж.Бернал и П.Фаулер предположили, что подобная сетка существует и в жидкой воде. Поскольку вода плотнее льда, они считали, что молекулы в ней расположены не так, как во льду, то есть подобно атомам кремния в минерале тридимите, а так, как атомы кремния в более плотной модификации кремнезема — кварце. Увеличение плотности при нагревании от 0 до 4°C объяснялось присутствием при низкой температуре тридимитовой компоненты. Таким образом, модель Бернала — Фаулера сохранила элемент двухструктурности, но главное их достижение — идея непрерывной тетраэдрической сетки. Тогда появился знаменитый афоризм И.Ленгмюра: «Океан — одна большая молекула». Излишняя конкретизация модели не прибавила сторонников теории единой сетки.

Только в 1951 году Дж.Попл создал модель непрерывной сетки, которая была не так конкретна, как модель Бернала — Фаулера. Попл представлял воду как случайную тетраэдрическую сетку, связи между молекулами в которой искривлены и имеют различную длину. Модель Попла объясняет уплотнение воды при плавлении искривлением связей. Когда в 60—70-е годы появились первые определения структуры льдов II и IX (см. «Химию и жизнь», 2007, № 1), стало ясно, как искривление связей может приводить к уплотнению структуры. Модель Попла не могла объяснить немонотонность зависимости свойств воды от температуры и давления столь же непринужденно, как модели двух состояний. Поэтому идею двух состояний еще долго разделяли многие ученые.

Конечно, во второй половине XX века нельзя было так фантазировать о составе и строении «гидролей», как это делали в начале века. Уже было известно, как устроен лед и кристаллогидраты, и многое знали про водородную связь. Помимо «континуальных» моделей (вроде модели Попла), возникли две группы «смешанных» моделей: кластерные и клатратные. В первой группе вода представляла в виде кластеров из молекул, связанных водородными связями, которые плавали в море молекул, в

таких связях не участвующих. Модели второй группы рассматривали воду как непрерывную сетку (обычно в этом контексте называемую каркасом) водородных связей, которая содержит пустоты; в них размещаются молекулы, не образующие связей с молекулами каркаса. Нетрудно было подобрать такие свойства и концентрации двух микрофаз кластерных моделей или свойства каркаса и степень заполнения его пустот клатратных моделей, чтобы объяснить все свойства воды, в том числе и знаменитые аномалии.

Среди кластерных моделей наиболее яркой оказалась модель Г.Немети и Х.Шераги: предложенные ими картинки, изображающие кластеры связанных молекул, которые плавают в море несвязанных молекул, вошли во множество монографий. Первую модель клатратного типа в 1946 году предложил О.Я.Самойлов: в воде сохраняется подобная гексагональному льду сетка водородных связей, полости которой частично заполнены мономерными молекулами. Л.Полинг в 1959 году создал другой вариант, предположив, что основой структуры может служить сетка связей, присущая некоторым кристаллогидратам.

В течение второй половины 60-х годов и начала 70-х наблюдается сближение всех этих взглядов. Появлялись варианты кластерных моделей, в которых в обеих микрофазах молекулы соединены водородными связями. Сторонники клатратных моделей стали допускать образование водородных связей между пустотными и каркасными молекулами. То есть фактически авторы этих моделей рассматривают воду как непрерывную сетку водородных связей. И речь идет о том, насколько неоднородна эта сетка (например, по плотности). Представлениям о воде как о водородно-связанных кластерах, плавающих в море лишенных связей молекул воды, был положен конец в начале восьмидесятых годов, когда Г.Стэнли применил к модели воды теорию перколяции.



То есть теорию протекания?

Да, эта математическая теория решает задачу протекания жидкости по какой-то сетке. Она появилась в сороковых годах, когда стало необходимым рассматривать сложные электрические схемы и нужно было решать задачу: при каком количестве дефектных контактов или порванных проводов электрический ток сумеет дотечь с одной стороны схемы до другой. Как оказалось, это определяется строгими математическими правилами. В качестве примера предположим, что у нас есть сетка из водопроводных труб. В ее узлах расположены краны, которыми можно перекрывать движение воды через узел. Оказывается, если сетка трехмерная, а в каждом узле сходятся четыре связи (именно так выглядит сетка молекул воды), порог протекания, то есть среднее число порванных труб, сходящихся к узлу, составляет 1,66. Если среднее количество водородных связей, которые приходится на одну молекулу, больше этого значения, то существует один-единственный кластер, который охватывает всю систему. Поскольку в модели Немети и Шераги число связей на молекулу равно 1,86, речи об обособленных кластерах воды идти не может. Согласно оценкам, следующим из экспериментальных данных, водородных связей на молекулу приходится, по крайней мере, больше двух.

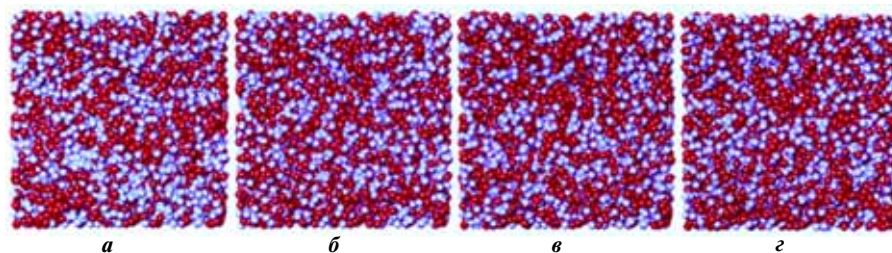
Слишком конкретные модели, вроде «вода — смесь льда I_h и льда III», «вода — это лед I_h с частично заполненными пустотами» или «вода — это клатратный гидрат воды», невозможны, так как противоречат принципам статистической физики. Жидкости, в отличие от кристаллов, не обладают периодичностью. Энергии, скажем, кубического и гексагонального льдов практически одинаковы, и вероятности появления таких структур в жидкой воде должны быть одинаковыми. Известно 14 модификаций льда, в которых молекулы воды и сохраняют свою индивидуальность, и соединены водородными связями. Существу-

ет множество вариантов сетки водородных связей в клатратных гидратах. Энергии этих сеток (льдов высокого давления и клатратных гидратов) ненамного выше энергий кубического и гексагонального льдов. Поэтому фрагменты таких структур также могут появляться в жидкой воде. Можно сконструировать бесчисленное множество различных непериодических фрагментов, молекулы в которых имеют по четыре ближайших соседа, расположенных приблизительно по вершинам тетраэдра, но при этом их структура не соответствует структурам известных модификаций льда. Как показали многочисленные расчеты, энергии взаимодействия молекул в таких фрагментах будут близки друг к другу, и нет оснований говорить, что какая-то структура должна преобладать в жидкой воде.

Вы рассказываете о теоретических построениях, а что с экспериментальными работами?

В течение последних двух десятилетий XX века получены важные данные о свойствах переохлажденной воды. Изучать воду при низкой температуре очень интересно, поскольку ее удастся сильнее переохладить, чем другие жидкости. Вообще говоря, кристаллизация воды, как правило, начинается на каких-то неоднородностях — либо на стенках сосуда, либо на плавающих частичках твердых примесей. Поэтому найти температуру, при которой закристаллизовалась бы переохлажденная вода, если ее предоставить самой себе, нелегко. Но ученым удалось это сделать, и сейчас температура так называемой гомогенной нуклеации, когда образование кристаллов льдов идет одновременно по всему объему, известна для давлений вплоть до 0,3 ГПа, то есть захватывая области существования льда II. От атмосферного давления до границы, разделяющей льды I и II, эта температура падает от 231 до 180 K, а потом слегка увеличивается — до 190 K. Строго говоря, ниже нее жидкая вода невозможна в принципе.

Однако с этой температурой связана одна загадка. В середине восьмидесятых годов была открыта новая модификация аморфного льда — лед высокой плотности, и это помогло возрождению представлений о воде как о смеси двух состояний. На этот раз в качестве прототипов рассматривались уже не кристаллические структуры, а структуры аморфных льдов разной плотности. В наиболее



Так выглядит структура воды по результатам компьютерного моделирования. Общую беспорядочную структуру можно разбить на два типа областей (показаны темными и светлыми шариками), которые различаются по своему строению, например по объему многогранника Вороного (а), степени тетраэдричности ближайшего окружения (б), значению потенциальной энергии (в), а также по наличию четырех водородных связей у каждой молекулы (г). Впрочем, эти области буквально через мгновение, спустя несколько пикосекунд, изменят свое расположение

внятом виде эту концепцию сформулировали Е.Г.Понятовский и В.В.Синицин, которые в 1999 году так и написали: «Вода рассматривается как регулярный раствор двух компонентов, локальные конфигурации в которых соответствуют ближнему порядку модификаций аморфного льда АЛНП и АЛВП». Более того, изучая ближний порядок в переохлажденной воде при высоком давлении методами дифракции нейтронов, ученым удалось найти компоненты, соответствующие этим структурам.

Менее тривиальным следствием полиморфизма аморфных льдов стали предположения о расслоении воды на два несмешивающихся компонента при температуре ниже гипотетической низкотемпературной критической точки. К сожалению, по оценке Понятовского, эта температура при давлении 0,017 ГПа равна 230 K — ниже температуры нуклеации, поэтому наблюдать расслоение жидкой воды никому еще не удалось. Так возрождение модели двух состояний поставило вопрос о неоднородности сетки водородных связей в жидкой воде. А разобраться в этой неоднородности можно только с помощью компьютерного моделирования.

Неужели прямые эксперименты не помогают понять строение неоднородностей воды? Есть же рентген, оптические методы...

Дифракцию рентгеновских лучей и нейтронов в воде изучали много раз. Однако подробных сведений о структуре эти эксперименты дать не могут. Неоднородности, различающиеся по плотности, можно было бы увидеть по рассеянию рентгеновских лучей и нейтронов под малыми углами, однако такие неоднородности должны быть большими, состоящими из сотен молекул воды. Можно было бы их увидеть, и исследуя рассеяние света. Однако вода — исключительно прозрачная жидкость. Единственный

же результат дифракционных экспериментов — функции радиального распределения, то есть расстояния между атомами кислорода, водорода и кислорода-водорода. Из них видно, что никакого дальнего порядка в расположении молекул воды нет. Эти функции для воды затухают гораздо быстрее, чем для большинства других жидкостей. Например, распределение расстояний между атомами кислорода при температуре, близкой к комнатной, дает только три максимума, на 2,8, 4,5 и 6,7 Å. Первый максимум соответствует расстоянию до ближайших соседей, и его значение примерно равно длине водородной связи. Второй максимум близок к средней длине ребра тетраэдра — вспомним, что молекулы воды в гексагональном льду располагаются по вершинам тетраэдра, описанного вокруг центральной молекулы. А третий максимум, выраженный весьма слабо, соответствует расстоянию до третьих и более далеких соседей по водородной сетке. Этот максимум и сам не очень ярок, а про дальнейшие пики и говорить не приходится. Разумеется, были попытки выудить из этих распределений более детальную информацию. Так в 1969 году И.С.Андриянов и И.З.Фишер нашли расстояния вплоть до восьмого соседа, при этом до пятого соседа оно оказалось равным 3 Å, а до шестого — 3,1 Å. Это говорит о том, что понятие координационного числа по отношению к воде надо использовать аккуратно.

Другие методы позволяют изучать динамику молекул воды. Это эксперименты по квазиупругому рассеянию нейтронов или сверхбыстрой ИК-спектроскопии и изучение диффузии воды с помощью ЯМР или меченых атомов. В результате был измерен важнейший параметр — коэффициент самодиффузии при различных давлениях и температурах. Чтобы судить о коэффициенте самодиффузии по квазиупругому рассеянию

нейтронов, необходимо сделать предположение о характере движения молекул. Если они движутся в соответствии с тем или иным вариантом модели Я.И.Френкеля (известного отечественного физика-теоретика, автора «Кинетической теории жидкостей» — классической книги, переведенной на многие языки), называемой также моделью «прыжко-ожидание», тогда время «оседлой» жизни (время между прыжками) молекулы составляет 3,2 пикосекунды. Новейшие методы фемтосекундной лазерной спектроскопии позволили оценить время жизни разорванной водородной связи: протону требуется 200 фс для того, чтобы найти себе партнера. Однако все это средние величины. Изучить детали строения и характера движения молекул можно только опять-таки при помощи компьютерного моделирования, называемого иногда численным экспериментом.

Как это удается сделать?

Основной метод на сегодня — метод молекулярной динамики. В нем задается потенциал взаимодействия и вычисляются траектории молекул, подобно тому, как астрономы вычисляют движение небесных тел, движущихся в гравитационном поле, которое они же и создают. Мощность современных компьютеров позволяет следить за большим количеством молекул. Например, в наших самых свежих опытах мы изучали поведение молекул в ячейке, содержащей 3456 молекул. Это куб с ребром в 46,98 Å. При этом на систему, чтобы не возникало поверхностных эффектов, накладываются так называемые периодические граничные условия. То есть считается, что такой куб окружен 26 такими же. И за всеми этими молекулами можно следить, записывать в памяти компьютера их координаты или изображать их расположение на экране монитора. Можно проследить за блужданием любой молекулы и за сменой ее окружения.

А на основании чего вы судите, адекватно ли модель описывает реальность?

В основу модели заложены такие потенциалы межатомного взаимодействия, параметры которых рассчитаны из экспериментальных данных. Проверкой же служит расчет измеряемого параметра, скажем, зависимости коэффициента самодиффузии от температуры. Наша модель дает отличное совпадение в широчайшем интервале температур — от 230 до 310 К. Различие со-

ставляет не более 10%, что находится почти в пределах ошибки эксперимента. Рассчитывают также функции радиального распределения, теплоту испарения, теплоемкость и массу других свойств, которые можно измерить. Если все это близко к эксперименту, то можно надеяться, что и те свойства, которые в настоящее время измерению или наблюдению не подлежат, также соответствуют реальности. Результаты же моделирования получаются очень интересными: они действительно свидетельствуют, что в воде может наблюдаться нечто похожее на две микрофазы. Только выглядит это совсем не так, как предполагалось при создании модели двух фаз.

А как?

Суть в том, что в сетке водородных связей есть области с высокой и низкой плотностью, причем они образуют два непрерывных разветвленных кластера, вставленных один в другой и охватывающих всю систему.

Не могли бы вы рассказать о подробностях численного эксперимента?

Моделирование мы проводим так. Берем структуру какого-нибудь льда и, нагревая ее в компьютере, расплавляем. Затем выдерживаем достаточно долго, чтобы вода забыла о кристаллическом происхождении, и снимаем мгновенные фотографии положения молекул. Вообще говоря, характеризовать неупорядоченную структуру сложно. Была бы у воды регулярная структура, все было бы гораздо проще: положение всех молекул известно, надо только посчитать число дефектов строения и степень отклонения колеблющихся молекул от их идеальных положений. В жидкости так не получается. Для ее характеристики мы выбрали три параметра. Во-первых, это степень отклонения локального окружения молекулы от вершин правильного тетраэдра. Во-вторых, объем так называемого многогранника Вороного.

Чтобы его построить, берут ребро от данной молекулы до ближайшей, делят его пополам и через эту точку проводят плоскость, перпендикулярную ребру. Получается объем, приходящийся на одну молекулу. Третьим параметром была потенциальная энергия молекул. Объем полиэдра — это плотность, тетраэдричность — степень искажения водородных связей, энергия — степень устойчивости конфигурации молекул. Так вот, оказалось, что молекулы с близкими значениями каждого из этих параметров стремятся сгруппироваться вместе. Однако, и это очень интересно, кластеры, выделенные по каждому из параметров, слабо коррелируют друг с другом. Получается, что области как с низкой, так и с высокой плотностью могут обладать равными значениями энергии. Это свидетельствует о том, что в воде нет устойчивых правильных образований, которые обычно имеют в виду, когда говорят о структуре воды. Области с разным строением сами собой возникают и сами собой распадаются. Вся структура живет и постоянно меняется, причем время, за которое происходят эти изменения, ничтожно. Мы следили за перемещениями молекул и выяснили, что они совершают весьма нерегулярные колебания с частотой около 0,5 пс и амплитудой 1 Å. Однако бывают и редкие медленные скачки на ангстремы, которые длятся пикосекунды. В общем, за 30 пс молекула может сместиться на 8–10 Å. То есть те молекулы, которые были ее ближайшими соседями в начале пути, оказываются уже очень дальними, десятными или двадцатыми соседями. Время жизни локального окружения также очень невелико. Скажем, области, составленные из молекул с близкими значениями объема многогранника Вороного, могут распадаться за 0,5 пс, а могут жить и несколько пикосекунд. А вот распределение времен жизни водородных связей очень велико. Но это время не превышает 40 пс, а среднее значение — несколько пс. Как бы то ни было, эти результаты ставят крест на





многочисленных спекуляциях о заряженной воде, чудодейственной воде, воде с измененной структурой.

Надо сказать, что все эти спекуляции противоречат результатам не только компьютерного, но и физического эксперимента. Время диэлектрической релаксации воды (то есть время, в течение которого поляризация воды, вызванная внешним электрическим полем, уменьшается в e , то есть примерно 2,7, раз) составляет при комнатной температуре около 8 пс, а время вращательной корреляции, определяемое методом ЯМР, в три раза меньше. Так что вода быстро забывает о том, что на нее воздействовали, скажем, электрическим полем. Но конечно, она долго (точнее, всегда) будет помнить, что в нее добавили соль или сахар.

Картина строения и динамики жидкой воды не объясняет аномалии воды столь просто и непринужденно, как наглядные модели двух состояний. Но компьютеры нам демонстрируют, что виртуальная вода ими обладает. Мы плавим воду в компьютере, и вода уменьшает объем. Мы сжимаем воду, и коэффициент самодиффузии растет. Не все аномалии пока еще воспроизводятся. Однако я уверен, что усовершенствование способов описания межмолекулярных взаимодействий позволит воспроизвести все свойства воды во всем интервале температур и давлений, в том числе и знаменитые аномалии.

Вы подробно рассказали, почему в воде не может быть устойчивых кластеров из молекул воды. Однако существует довольно много работ, авторы которых убеждены, что такие кластеры существуют. Более того, с ними связывают некоторые удивительные свойства воды, как, например, сохранение информации о лекарстве при сверхмалом разбавлении или способность реагировать на изменение солнечной активности. Что вы можете сказать об этих работах?

Возьмем, например, докторскую диссертацию С.В.Зенина. Он предполагает, что основной структурный мотив воды — кластер из 57 молекул, образованный слипанием четырех додекаэдров. Они имеют общие грани, а их центры образуют правильный тетраэдр. То, что молекулы воды могут располагаться по вершинам пентагонального додекаэдра, известно давно; такой додекаэдр — основа газовых гидратов. Поэтому ничего удивительного в предположении о существовании таких структур в воде нет, хотя уже говорилось, что никакая конкретная структура не может быть преобладающей и существовать долго. Поэтому странно, что этот мотив предполагается главным и что в него входит ровно 57 молекул. Из шариков, например, удавалось собирать такие же структуры, которые состоят из примыкающих друг к другу додекаэдров и содержат 200 молекул. Зенин же утверждает, что процесс трехмерной полимеризации воды останавливается на 57 молекулах. Более крупных ассоциатов, по его мнению, быть не должно. Однако если бы это было так, из водяного пара не могли бы осаждаться кристаллы гексагонального льда, которые содержат огромное число молекул, связанных воедино водородными связями. Совершенно неясно, почему рост кластера Зенина остановился на 57 молекулах. Чтобы уйти от противоречий, Зенин и упаковывает кластеры в более сложные образования — ромбоэдры — из почти тысячи молекул, причем исходные кластеры друг с другом водородных связей не образуют. Почему? Чем молекулы на их поверхности отличаются от тех, что внутри? По мнению Зенина, узор гидроксильных групп на поверхности ромбоэдров и обеспечивает память воды. Следовательно, молекулы воды в этих крупных комплексах жестко фиксированы, и сами комплексы представляют собой твердые тела. Такая вода не будет течь, а температура ее плавления, которая связана с молекулярной массой, должна быть весьма высокой. Какие

свойства воды, кроме мифической способности запоминать оказанные на нее воздействия, объясняет модель Зенина? Попробуем ответить на этот вопрос. Поскольку в основе модели лежат тетраэдрические постройки, ее можно в той или иной степени согласовать с данными по дифракции рентгеновских лучей и нейтронов. Однако вряд ли модель может объяснить уменьшение плотности при плавлении — упаковка додекаэдров менее плотная, чем лед. Но труднее всего согласуется модель с динамическими свойствами — текучестью, большим значением коэффициента самодиффузии, малыми временами корреляции и диэлектрической релаксации, которые измеряются пикосекундами.

Можно назвать еще много подобных работ, однако результат будет тем же: авторы всевозможных новых моделей структуры воды не обращают внимания на большинство работ по изучению этого вещества, выполненных в XX веке, и не дают себе труда посмотреть, как их модели объясняют известные аномалии, согласуются ли они с имеющимися экспериментальными данными по поведению воды. К сожалению, вода превратилась в тот основной ингредиент, на основе которого состоялись сказочные, практически беззатратные обогащения людей, склонных к компромиссу с совестью. Ведь достаточно, как это делал гражданин Корейко, только переливать воду из верхнего сосуда в нижний и дать волю фантазии, чтобы наделить текущую воду любыми свойствами. В то же время научные данные о структуре и свойствах воды известны не очень широкому кругу специалистов. Надеюсь, что наша беседа поможет хотя бы отчасти заполнить этот пробел.



Мир и война внутри нас

Фото Эдит Хунн

Кандидат
биологических наук
Р.С.Минвалеев

О дисбактериозе слышаны многие, однако не все знают, что к нему могут привести благие рекомендации медиков и целителей. Впрочем, собственные ошибки тоже бывают причиной этого расстройства, гораздо более распространенного, чем мы думаем.

Опасно ли есть досыта?

Вставать из-за стола нужно с чувством легкого голода — так утверждают многие медики, диетологи и тем более натуропаты, правда не уточняя, когда голод становится легким. По их мнению, не следует доверять аппетиту, который заставляет нас съедать лишнее, а потом это лишнее откладывается в виде жира там, где должна быть талия, или гниет в кишечнике, образуя шлаки и токсины. Другими словами, есть досыта вредно и для здоровья, и для фигуры. На самом деле если вы будете регулярно следовать этому совету, то с достаточно высокой вероятностью неприятности со здоровьем вам обеспечены.

Во-первых, любители покушать нередко мучаются угрызениями совести, особенно после еды, что само по себе вредно. Процесс пищеварения от подобных невеселых мыслей нарушается, поскольку нормальная работа пищеварительного тракта напрямую зависит от кровоснабжения желудка и кишечника. А оно снижается при любых эмоциональных стрессах, в том числе при переживаниях по поводу реального или воображаемого переедания.

Во-вторых, при недостаточном питании вам почти наверняка обеспечено известное выражение лица, которое в народе так и называют — «постное». Смею вас уверить, что этот косметический дефект не удастся скрыть никаким макияжем или деланным весельем. Здесь все просто. Хороший цвет лица — это следствие нормального кровоснабжения кожи, а оно нарушается при любых стрессах, в том числе и при тех, что вызваны ограничениями в диете. Ухудшение кожного кровотока неминуемо ведет к замедленному обновлению верхнего слоя кожи, увеличению количества морщин и в конечном счете к ускоренному одряхлению и старению кожи. Потому-то в народе давно подмечено, что на самом деле «не годы старят, а горе». Из физиологии известно, что во сне и после еды артериальная кровь устремляется в капилляры, в том числе кожные. Это называется «парасимпатическое перераспределение кровотока». Многие на себе замечали, как розовеет кожа после сна, а в особенности когда поспать удастся после сытного обеда. И кто это только выдумал, что на ночь есть нельзя?



ЦИКЛ ЕДЫ





Теперь обратимся к разделу физиологии пищеварения, который затрагивает вопрос о количестве необходимой нам еды. Это позволит нам понять, к чему приводит выполнение этой распространенной рекомендации — всегда вставать из-за стола с легким чувством голода.

Война микробов

Содержимое желудочно-кишечного тракта (см. рис.) — это нечто промежуточное между внутренней и внешней средами организма, своеобразный биотоп, где есть население — бактерии. Особенно они многочисленны в толстом кишечнике. Там уже не действуют агрессивные пищеварительные соки, а питательных веществ еще достаточно, поскольку не все они расщепились выше, в желудке и двенадцатиперстной кишке, и не все всосались в тонком кишечнике. Этими веществами и питаются обитатели толстой кишки. Если все складывается удачно, процесс их питания полезен обеим сторонам (микроорганизмам и человеку), по праву нося свое название — «симбионтное пищеварение». Крупный специалист по физиологии питания академик А.Г.Уголев писал, что населяющие пищеварительный тракт бактерии и простейшие «частично или полностью снабжают организм хозяина необходимыми органическими веществами, в том числе витаминами, незаменимыми аминокислотами и другими». Именно благодаря бактериям слепой и толстой кишки корова, типичное жвачное травоядное животное, производит говядину, то есть белок, питаясь одной травой. Поэтому и вегетарианцы, грамотно выстроившие свой растительный рацион, нахваливают его, хотя с позиций современной диетологии должны бы страдать от белковой недостаточности.

Как известно, экосистема толстого кишечника представлена бактериями двух основных групп: полезными бифидобактериями, которые вызывают брожение непереваренной пищи, и вредными гнилостными, которые производят гниение. Между ними идет постоянная конкурентная борьба, а ее исход в значительной степени зависит от состава субстрата, поступающего в толстый кишечник (см. также «Химию и жизнь», 2004, № 10). Для молочнокислого брожения нужны недопереваренные углеводы (обычно это балластные вещества — целлюлозные, гемицеллюлозные, пектиновые растительные волокна), а гнилостным бактериям необходимы белки или пептиды. В первом случае мы бу-

дем получать витамины и другие полезные вещества, во втором — те самые «шлаки и токсины», которые попадают в кровь и приводят, как установил еще И.И.Мечников, к аутоинтоксикации, или самоотравлению организма. Вот такое нарушение нормального баланса микрофлоры и называется страшным словом «дисбактериоз».

Именно поэтому крайне желательно, чтобы белки пищи максимально полно расщеплялись в желудке, а в двенадцатиперстной кишке только допереваривались и чтобы получившаяся в результате смесь аминокислот всосалась в тонком кишечнике с минимальным остатком. И повторим еще раз: в пище должно быть достаточное количество растительных волокон, которые не перевариваются, но без которых вместо обоюдополезного симбионтного пищеварения мы получим гниение со всеми вытекающими из него последствиями (то самое самоотравление по И.И.Мечникову)

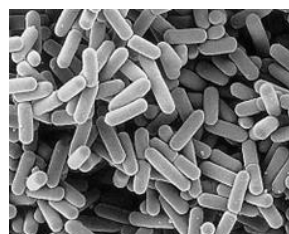
От рациона и зависит, будет чему гнить в толстом кишечнике или же гнилостные бактерии получат голодную пайку, а молочнокислые, находясь на своей углеводной диете, не допустят развития конкурентов. Здесь та же ситуация, что и при сквашивании капусты: у одной хозяйки она всегда получается хрустящей и необыкновенно вкусной (прошло только молочнокислое брожение), а у другой нет-нет да и загнивает.

Раз уж речь зашла о кислой капусте, нельзя не отметить, что потребление квашеных овощей — это давняя народная традиция здорового образа жизни, которая как-то незаметно сохраняется нам на пользу, а натуропатам на удивление. Хотя, казалось бы, и продукт не свежий, а консервированный, и соли — «белого яда» — много. Однако совсем исключать квашеные и соленые овощи из рациона оздоравливающих пока никто открыто не осмеливается. А вкусны и полезны они именно потому, что доставляют бактериям углеводы и при употреблении их внутрь в толстом кишечнике увеличивается количество молочнокислых симбионтов.

Почему так важно есть досыта

Однако вернемся к перевариванию белков, которое в основном происходит в желудке. Из школьного курса биологии человека известно, что на пищу, попавшую туда, специальные клетки желудка выделяют пищеварительный сок, который состоит из соляной кислоты и фермента пепсина, расщепляющего именно белки. Если сока выделится достаточно, белки переварятся полностью или частично, до коротких кусочков — пептидов, которые затем дорасщепляются до аминокислот в двенадцатиперстной кишке ферментами поджелудочной железы. Если же сока будет мало, то тут уж не обессудьте — гнилостное «допереваривание» пищи с очень высокой вероятностью продолжится в толстой кишке.

Рассмотрим подробнее секрецию, или выделение, желудочного сока в полость желудка. Она распадается на три последовательные стадии. Первая — цефалическая (от греч. «кефале» — голова), иначе говоря, нервная фаза желудочной секреции. Еще до попадания пищи в желу-



Молочнокислые бактерии



дочный мешок начинается выделение сока в ответ на ее вид и запах, а во время пережевывания и проглатывания — также на вкус. Сигнал об этом передается желудку через так называемый блуждающий нерв, который на латыни именуется «вагус». Поэтому эту стадию еще называют вагусной. Она подготовительная и обеспечивает выделение желудочного «запального» сока в течение примерно часа. Отсюда, кстати, взялось давнее народное наблюдение: «Аппетит приходит во время еды».

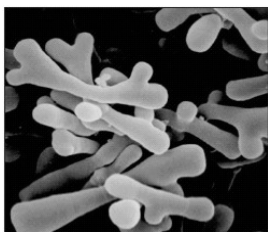
Вторая стадия — собственно желудочная, во время которой секреция желудочного сока стимулируется прежде всего растяжением желудка поступающей в него пищи. Я прошу вас прочесть это предложение еще раз, потому что мы подходим к сути нашего повествования. Остается только прояснить маленький вопрос: насколько может растягиваться нормальный желудок? Ответ всякий раз удивляет слушателей: на целых 3,5 литра! Представьте себе, целая трехлитровая банка пищи может поместиться в нашем желудке.

Известный целитель, кандидат медицинских наук Галина Шаталова в книге «Целебное питание» пишет, что объем желудка «в своем естестве не превышает... 350–450 см³». В устных выступлениях по телевидению она называла величину объема желудка и в 200 мл! Возникает закономерный вопрос: а читала ли Галина Шаталова учебник по физиологии хотя бы для медицинских сестер? К сожалению, автор этих строк неоднократно убеждался, что подавляющее большинство целителей если и заглядывало в учебники, то никак не использует полученную информацию в своей деятельности.

Конечно, это не означает, что при всяком приеме пищи объем ее должен составлять не менее трех литров. Пустой желудок в спокойном состоянии представляет собой складчатый мешок объемом около 50 мл, который расправляется по мере поступления в него пищи. При этом механорецепторы растяжения, расположенные в стенке желудка, раздражаются и стимулируют выделение желудочного сока.

Теперь вам понятно, почему мы обязаны есть досыта? Да потому, что только достаточное количество пищи сможет растянуть желудок настолько, чтобы обеспечить выделение желудочного сока на два последующих часа. Одновременно с этим запускается гуморальная стимуляция желудочной секреции, обусловленная химическим воздействием определенных компонентов пищи (прежде всего продуктов переваривания белков). Этот процесс опосредован особым веществом регуляторного действия — гормоном под названием «гастрин». Он выделяется в нижних отделах желудка, в том числе и в ответ на достаточное растяжение его стенок пищей, а затем через кровяное русло стимулирует секрецию желудочного сока с высоким содержанием соляной кислоты, то есть наиболее ценного для переваривания именно белков. Третья стадия — кишечная — оказывает слабое воздействие на желудочную секрецию и кардинальным образом на переваривание белков в желудке повлиять уже не может.

Так что есть нужно до отчетливо ощущаемой приятной тяжести в желудке. Именно с этой целью мы употребляем с мясом так называемый гарнир, почти не переваривающийся в желудке, но дающий необходимый объем для максимального отделения желудочного сока. Иными



Бифидобактерии



словами: «Ешь больше теста, в брюхе есть место»!

И поймите меня правильно, речь здесь идет вовсе не о переедании, но о разумном потреблении...

Пост и «Макдоналдс»

Продолжим нашу историю. Что может связывать традицию православных постов и рестораны быстрого питания «Макдоналдс»? Суровую монастырскую традицию постничества и бестолковый «биг-мак» с ледяной пепси-колой? Связывает эти на первый взгляд далекие явления все тот же пресловутый дисбактериоз! А именно, если питание в стиле «Макдоналдса» почти непременно приведет к дисбактериозу, то устранить это печальное отклонение как раз и возможно временным переходом на вегетарианское питание, то есть постом.

Выше уже говорилось о том, как важно, чтобы белки пищи максимально полно расщепились в желудке. К сожалению, один из распространенных способов расстроить этот процесс — это питаться в «Макдоналдсе». Обратите внимание на одну интересную особенность этих, с позволения сказать, ресторанов. Их ругают врачи-диетологи, на них подают в суд пострадавшие потребители, им в первую очередь разбивают витрины антиглобалисты. Наконец, снимают скандальную киноэпопею о том, как здоровый крепкий худощавый мужчина через месяц питания по рекомендациям «Макдоналдса» превращается в большую разжиревшую развалину без явных половых признаков. И несмотря на все это, рестораны фирмы остаются наиболее успешными предприятиями на рынке общественного питания во всем мире. В чем же секрет популярности «Макдоналдса»?

Но для начала об одном эффекте, выявленном отечественными врачами. Для рентгенологического исследования желудка и кишечника больным предлагают съесть контрастное вещество — кашу из овсянки с добавлением сульфата бария. Когда ее давали без подогрева, сразу из холодильника, она проходила через желудок быстрее, чем рентгенологи успевали настроить свою аппаратуру. Виталий Давидович Линденбратен изучил это явление и в 1969 году защитил докторскую диссертацию, где доказал, что охлажденная пища независимо от ее состава покидает желудок уже через 15–20 минут вместо положенных 3–4 и более часов. Из диссертации следовал практический вывод: нужно подогревать бариевую кашу перед тем, как давать пациенту. А большинство людей, не одураченных оздоровительной макулатурой, знают, что лучше есть теплое, и греют остывшую еду, не боясь потерять бесценные витамины.

Вот мы и подошли к тому секрету, на котором «Макдоналдс» делает себе деньги. Запивая еду (сэндвичи, гамбургеры, хот-доги) ледяными напитками, человек никогда не сможет наесться фаст-фудом, а значит, придет перекусить еще и еще раз. При этом на горячие напитки — чай, кофе — или устанавливается достаточно высокая

цена, или они не включаются в комплексные наборы, или их просто не рекламируют. Зато пепси-кола стоит сравнительно дешево, наливают ее в яркие стаканчики, да еще и напоминают о ней плакатами.

И вот итог обеда: раздражение вкусовых рецепторов языка состоялось, еда в желудок тоже попала, удовольствие от еды любитель «биг-мака» получил в избытке, но вот перевариваться эта котлета с булкой даже толком не начала, потому что вдогонку за гамбургером заливается ледяная газировка. В итоге если что и усваивается из ассортимента «Макдоналдса», то только углеводы, и то не все, и уже через полчаса оголодавший завсегдатай опять ищет глазами место, где было так вкусно и весело. Особенно быстро такая почти наркотическая пищевая зависимость формируется у детей, на которых и ориентирована львиная доля рекламы «Макдоналдса» во всем мире.

Все это напоминает один странный обычай, принятый у древнеримских патрициев. После обильного пиршества они вызывали у себя рвоту. Вот как это можно истолковать. Физиологический механизм удовольствия от еды устроен таким образом, что после большой и вкусной трапезы резко увеличивается продукция эндогенных опиатов (так называемых эндорфинов). Иными словами, кайф от еды может быть доведен до состояния почти наркотической эйфории, если удалять пищу из желудка до того, как начнется интенсивное пищеварение, а потом вновь наполнять его пищей. Похожий способ практиковали и русские поморы после долгих плаваний по северным морям и Ледовитому океану.

К сожалению, одним из серьезнейших последствий регулярного питания в ресторанах фаст-фуд и будет практически гарантированный дисбактериоз, поскольку неувоенный «биг-мак» в толстом кишечнике послужит замечательным субстратом для интенсивного размножения гнилостных бактерий и простейших, которые награждают своего благодетеля потоком токсинов.

Не «биг-маком» единым

К дисбактериозу могут привести и другие причины. Прежде всего это любые затруднения переваривания белков в желудке, например вызванные стрессом, который в начальной фазе резко снижает кровоснабжение и соответственно активность желудка. А хронический стресс и вовсе нередко приводит к язвам желудка и двенадцатиперстной кишки. Белки перестают нормально перевариваться, а что будет дальше, вы уже знаете.

К тому же результату приводит и любое избыточное по белку питание, например популярная ныне «кремлевская диета» — упрощенный вариант известной диеты Аткинса. Она построена так, что при каждом приеме пищи белки резко преобладают над углеводами, и при такой белковой нагрузке велик риск получить гнилостный дисбактериоз.

При раздельном питании в сочетании с безвкусной, пресной, бессолевой едой дисбактериоза также практически не избежать, поскольку все эти варианты «здорового» питания резко снижают переваривающую силу желудка.

А вот довольно часто упоминаемые в связи с дисбактериозом антибиотики с биологической точки зрения не так страшны, как их расписывают. Если у вас устойчивая микрофлора кишечника, растущая на добротном углеводном субстрате, который доставляют фрукты, овощи и каши, то «перебить» всю микрофлору кишечника несколькими таблетками антибиотика не так-то просто. Врач-гастроэнтеролог, член Российской гастроэнтерологической ассоциации Владимир Владимирович Васи-



ленко считает: «Дисбактериоз — понятие чисто бактериологическое, и его «коррекция» к врачеванию никакого отношения не имеет. Бактериальный баланс восстанавливается самостоятельно, даже если вы принимаете антибиотиков. Кишечник — система самоорганизующаяся. Ешьте фрукты, ешьте овощи, и все будет отлично!»

Мясопуст против мясоеда

Хотелось бы сразу оговориться. Истинное значение христианских постов, разумеется, не в очередном «методе питания», и сводить его до «диетического оздоровительного мероприятия» есть кощунство по отношению к главному — духовному смыслу постов. Здесь, однако, тоже работает физиология. Дело в том, что при разумных ограничениях в еде возрастает кровенаполнение мозга и соответственно увеличиваются его функциональные возможности, а значит, растет и возможность усвоения информации. Неожиданное прояснение в голове на определенном этапе отмечают многие голодающие ради здоровья. И наоборот, «сытое брюхо к учению глухо». Отсюда следует необходимость соблюдения постов, вплоть до полного голода, перед многими духовными таинствами, в частности причащением.

Все это так, но все же довольно много искренне верующих людей упорно продолжают рассматривать традицию православных постов не только как приобщение к страданиям Спасителя, но и как некое гигиеническое мероприятие — «заодно и похудею». В самом деле, периодический переход на вегетарианское питание существенно изменяет состав субстрата в толстом кишечнике, и вместо гниения недорасщепленных белков преобладающим становится брожение углеводов.

Такой режим питания практиковался задолго до христианизации Руси и назывался «зеленоядением», или «мясопустом». В более древние времена он назывался «ство-ропустом» или «творопустом» («творог» и «пусто»), откуда вышли и православные посты, приспособленные церковью для христианской жизни и обрядности.

Иными словами, даже если вы убежденный атеист, или ни о чем не думающий безбожник, или верующий христианин, или правоверный мусульманин, или медитирующий буддист — вам для укрепления собственного здоровья и профилактики, а то и лечения дисбактериоза не грех будет и попоститься, то есть временно перейти на вегетарианский рацион, или, как это сейчас модно говорить, устроить себе разгрузочные дни.

Что еще можно прочитать об этом:

Уголев А.М. Теория адекватного питания и трофология. СПб.: Наука, 1991.

Миролюбов Ю. Русский языческий фольклор. Очерки быта и нравов. М.: Беловодье, 1995.

Грибника не смущает,
что в определителе
строчек помечен
как смертельно-ядовитый

фото С.Соколова



ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ



Формула яда

Кандидат
химических наук
А.С.Садовский

Интерес к гельвелловой кислоте пришел во время еды. А еда состояла из поджаренных строчков. Дело было прошлой весной, мы только приехали на дачу, и жена набрала грибов прямо на лужайке у крыльца. Счастье такое выпало впервые, но под впечатлением от разговоров с соседом о гельвелловой кислоте сама она грибы даже не попробовала. Что же это за кислота, из-за которой строчки на всякий случай пришлось отваривать до потери аромата?

Ищущий да обрящет

Поиск информации о грибах может оказаться занятием не менее увлекательным, чем сбор самих грибов. Здесь есть место азарту, упованию на удачу, разочарованиям или радостям. И, само собой, «места знать надо». Для начала заглянем в энциклопедии. Вот в Малой медицинской как раз нашлось: «Гельвелловая кислота (Helvella — род грибов) — ядовитое вещество, содержащееся в некоторых грибах (строчки и др.) и обладающее сильным гемолитическим и гепатотропным действием». В Большой медицинской (3-е издание, 1977 год) отдельной статьи на этот счет нет, но в статье «Грибы» сказано, что непроваренные и непросушенные строчки содержат гельвелловую кисло-

ту ($C_{12}H_{20}O_7$), вызывающую тяжелые отравления. Симптомы легких отравлений начинают проявляться через 6–10 часов (ощущение боли в области живота, слабость, тошнота, рвота иногда с желчью, иногда понос). В тяжелых случаях на вторые сутки отмечаются желтушность (между прочим, признак для судебно-медицинской экспертизы), увеличение печени и селезенки, головные боли, потеря сознания, оцепенение и судороги. Летальный исход при этом (до 30% случаев) может наступить через 4–7 суток и сопровождается комой, сердечной недостаточностью. В химических русскоязычных энциклопедиях и словарях гельвелловую кислоту вы не найдете, но вот в статье «Яды» из Химической энциклопедии (1998 год) написано: «...различные виды строчков (например, *Gyromitra esculenta*) содержат один из простейших ядов гиromетрин $CH_3CH=NN(CH_3)CHO$, симптомы отравления которым такие же, как и при действии ядов бледной поганки». Как же получилось, что у медиков и химиков формулы яда оказались разными? За ответом после нескольких не очень удачных прогулок по Интернету пришлось отправиться к первоисточникам.

Иногда, чтобы наполнить корзинку грибами, приходится испытать по щазам все ноги, а, возвращаясь, прямо на краю леса наткнуться на целую полянку крепких и молоденьких, скажем, подосино-

виков. Старые выкинуть жалко, а новые некуда пристроить. Так получилось и с этим литературным поиском. Когда вопрос прояснился и замысел воплотился в рукопись, готовый ответ нашелся на диске архива «Химии и жизни» (1982, № 5). Попереживав, я все же вернулся к замыслу — ведь терпения и везения кому-то может и не хватить.

Смена формул и названий

Нетрудно заметить, что названия ядов и грибов похожи. Это не случайно: по давней традиции, химики называют вещества природного происхождения по имени объекта, из которого они впервые были выделены. В 1885 году когда Р.Бом и Ф.Кюльц открыли (а точнее, придумали) гельвелловую кислоту, они ориентировались на старое название строчков — *Helvella esculenta* Pers. 1800. Исследование Бом и Кюльца по тем временам, возможно, было и на уровне, вот разве что уровень был несравненно ниже теперешнего. Миновало семьдесят лет и там же в Германии попытались воспроизвести (1965–1968 годы) их результаты. При этом для начала на диссертационную работу С.Франк (Дрезден) было потрачено 105 кг строчков. Результат оказался отрицательным, то есть никакой двухосновной «*Helvellasaure*» $C_{12}H_{20}O_7$ обнаружено не было. Видимо, за нее приняли неразделенную смесь органических кислот. Истратив еще 25 кг грибов и заменив при извлечении воду на спирт, авторы (помимо Франк в работе принимали участие профессор биохимии и фармацевтики из ГДР и ФРГ П.Х.Лист, П.Люфт и У.Фреймут) все-таки выделили яд. Это был родственник ныне широко известного гидразина, который и называли гиromитрином (или гиromетрином, если верить Химической энциклопедии). Современное научное название строчкам *Gyromitra esculenta* (Pers.) Fr. 1849 дал Е.Фриз, «овощ» (*Helvel(l)a*) он заменил на неудобопереводимую «круговую извилистость» (*Gyromitra*), то есть что-то вроде расплывшегося при вращении гироскопа (*Gyro* — круг, вращать), а вот *Esculenta*, в смысле съедобный, оставил.

По оценкам Листа и соавторов, содержание гиromитрина составило 0,15% от

массы свежих строчков. По другим данным, оно на порядок ниже (около 0,01%). Действие яда было проверено, и, как предполагается, выполнен встречный синтез. Однако в грибах гиromитрина в свободном виде нет, он там каким-то образом связан в виде нерастворимого, нелетучего протоксина. Выделяется гиromитрин лишь при обработке грибов, в том числе и кулинарной.

С тех пор как было установлено, что никакой гелльвелловой кислоты в природе нет, прошло уже 40 лет, но в Интернете на половине сайтов, открывающихся на слово «строчок», она есть. Даже в тех немногих, где рядом также упоминается и гиromитрин, до сих пор можно встретить: «До открытия гиromитринов долгое время считалось, что ядовитое действие строчков вызвано присутствием в них гелльвелловой кислоты общей формулы $C_{12}H_{20}O_7$, однако она оказалась нетоксичной». Подобные высказывания окончательно укрепили мою решимость вернуться к оставленной теме.

Простейшие яды

Практическое применение производных гидразина разнообразно, поэтому их токсические свойства активно исследуют. В число исследуемых попал и гиromитрин — цикл работ по нему в США выполнил Бела Тот. Он показал, что при полном гидролизе гиromитрина (а это может произойти и в кастрюле, и у человека в желудке, см. рис. 1) образуется монометилгидразин $CH_3(N)NNH_2$, или MMH — вещество, известное как компонент ракетного топлива. В этом же качестве применяют и несимметричный диметилгидразин $(CH_3)_2NNH_2$ — компонент гептила и азрозина 50. (Он более летуч, так как кипит при $63,1^\circ C$ против $87^\circ C$ для MMH: в технике это имеет значение.) Понятно, почему отравление строчками по проявлению и тяжести подобно отравлению ракетным топливом, разница лишь количественная. Гиromитрину требуется время, чтобы гидролизироваться в более токсичные продукты. Печень успевает их частично разрушить до того, как они навредят, поэтому общая токсичность гиromитрина с поправкой на разницу молекулярных масс заметно ниже, чем у MMH. Мы не станем вникать в тонкости метаболизма (детоксикации), обуславливающие такие различия, хотя они и весьма любопытны. Например, цыплята почти полностью толерантны к строчкам.

Организм человека плохо справляется и с гиromитрином, и с его метилпроизводными. Это видно из таблицы, где сопоставлены данные по LD_{50} людей с LD_{50} животных. Напомню, что LD_{50} — минимальная летальная доза — устанавливается по единичным событи-

Токсичность гидразинов

Гиromитрин ($CH_3CHN_2CH_3COH$) для человека	LD_{50} 10–20 мг/кг
Гиromитрин для кролика	LD_{50} 80 мг/кг
Гиromитрин для крысы и мыши	LD_{50} 300 мг/кг
Гидразин ($H_2N_2H_2$) для кролика	LD_{50} 20 мг/кг
Гидразин для крысы	LD_{50} 60 мг/кг
Монометилгидразин ($CH_3HN_2H_2$) для кролика	LD_{50} 5 мг/кг
Монометилгидразин для крысы и мыши	LD_{50} 33 мг/кг
Диметилгидразин ($(CH_3)_2N_2H_2$) для крысы	LD_{50} 122 мг/кг
Диметилгидразин для мыши	LD_{50} 265 мг/кг

ям, а LD_{50} доза для 50 %-й вероятности такого исхода. Монометилгидразин — из всех наиболее токсичен. Для диметилгидразинов разброс данных оказался большим, но их токсичность меньше, чем у гидразина. По пессимистическим прикидкам, для смертельного отравления взрослому человеку может хватить около 800 г сырых строчков, а ребенку — всего одного грибка (у детей не только вес меньше, но и LD_{50} вдвое ниже).

Гидразин и его производные подозреваются в канцерогенности для человека, хотя эта интригующая способность установлена лишь на лабораторных животных. Сказанное, естественно, справедливо и для гиromитрина. Интерес обществу к проблеме канцеротоксичности был повышенным, но это действительно проблема. Трудности понятны: активные эксперименты над людьми недоступны, а пассивные, то есть обследование статистики заболеваний по различным моделям, даже в случае профессионального (химического) рака на производствах не всегда воспринимаются как доказательство. Экстраполяция данных с животных на человека если и мыслима, то в исключительных случаях. Впрочем, чувствительность самих животных к канцерогенам также изменчива. Например, когда MMH вводили методом ингаляции, он оказался неканцерогенен для собак и крыс, но не для кроликов и мышей. А вот к симметричному диметилгидразину, напротив, собаки чувствительны более, чем кролики. По совокупности отнюдь не полных данных считается, что у самого гидразина и симметричного диметилпроизводного больше шансов перейти в категорию канцерогенов для людей, чем у MMH и гептила.

Помимо того что канцерогенность гиromитрина для человека вообще не доказана, строчки практически не создают такой угрозы просто из-за сезонной ограниченности употребления, ведь их едят весной, и то изредка. (Осенний строчок (*G. infula*) менее известен.) Чтобы за короткую мышиную жизнь гиromитрин успел проявиться, Б.Тот, например, кормил животных грибами долго и помногу — в расчете по 100 мг гиromитрина на килограмм веса в день. Для людей это запредельные дозы, превышающие смертельную раз в десять.

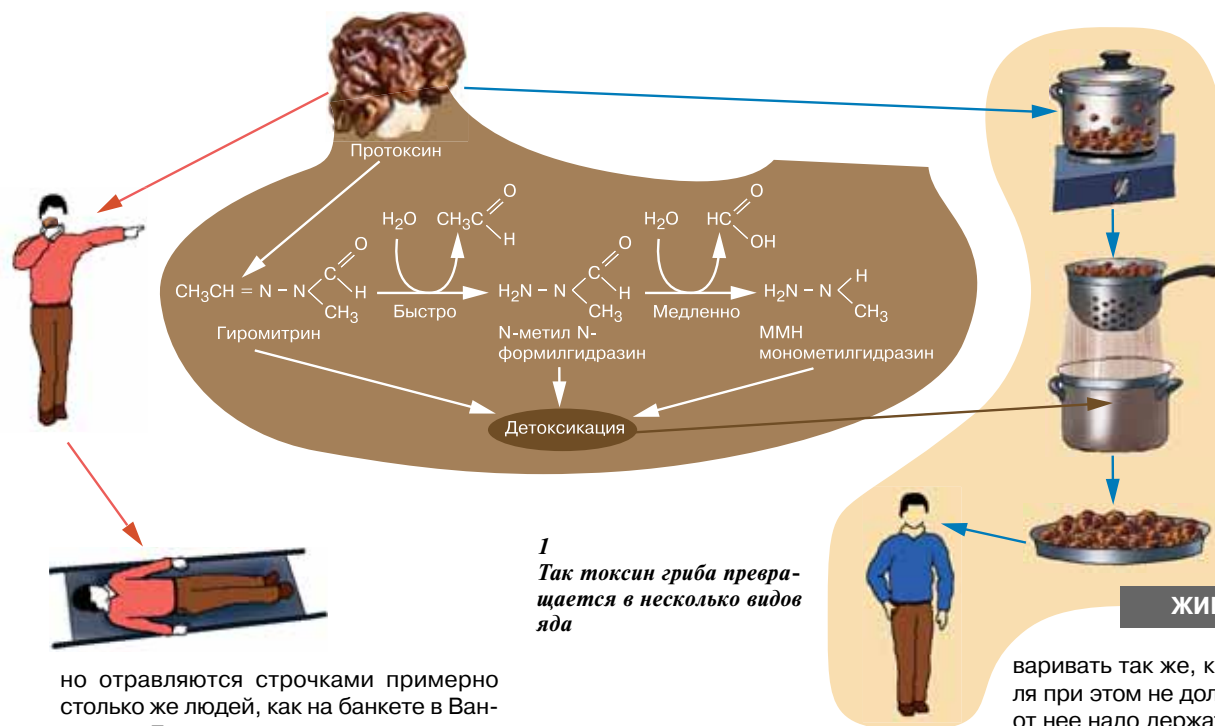
Тема разлитых ракетных топлив для экологов — дежурная. В самом деле,

картины заражения гептилом территорий, примыкающих к ракетодромам, впечатляют своей зловещестью (см. «Химию и жизнь, 2006, №11). Чтобы при упоминании о гиromитрине или о строчках не возникали одни мрачные ассоциации, дадим короткую справку. Гидразин, послуживший ракетным топливом для «Мессершмитта Me-163» во Второй мировой войне, сейчас, при необходимости, можно купить в аптеке. Отечественный препарат «сегидрин», применяемый в онкологии, — это чистейший сульфат гидразина, а в США он допущен к употреблению в качестве биологически активной добавки, улучшающей самочувствие. Все дело в дозе.

Русская рулетка

Строчок, содержание яда в котором непостоянно, гриб рискованный для употребления. Особенно если его готовить неправильно. У Ф.А.Брокгауза и И.А.Ефрона написано: «Некоторые французские и английские ученые приводят факты употребления в пищу сырых строчков без всяких дурных последствий. В России употребление строчков было постоянно безопасно. Ввиду таких противоречивых фактов более подробное изучение химических свойств грибов вообще и строчков в частности было бы желательно». Но вот в Нижнем Новгороде торговля и сморчками, и строчками с 26 апреля 2004 года на городских рынках запрещена (штраф 500—1000 руб.). Областная СЭС, по видимому, исходила после невнимательного прочтения Медицинской энциклопедии все же не из фактических данных, а из общих соображений о вредности «гелльвелловой» кислоты.

В США официального статуса у строчков нет. На сайте FDA есть лишь предупреждение об их токсичности. Фигурирует всего один пример массового отравления на крупном банкете в Ванкувере (июнь 1991 года). К столу на 482 персоны подавали маринованные строчки и другие блюда из них, 77 гостей отравились, но, к счастью, не смертельно. Профессор-миколог из Висконсинского университета Том Волк вообще считает, что закусывание строчками — это «русская рулетка», то есть занятие весьма рискованное. По медицинской статистике, в США сейчас ежегод-



но отравляются строчками примерно столько же людей, как на банкете в Ван-кувере. Бывают и летальные исходы — в среднем один случай за год. Отравления фиксируют чаще на Среднем Западе, а дальше к западу строчки даже считаются просто съедобными. Надо думать, содержание гиромитрина зависит от условий произрастания гриба — чем они лучше (теплее, плодороднее почва), тем ядовитей строчок. По-видимому, только в двух странах законодательно прописано положение о строчках. В Германии после открытия гиромитрина они строго запрещены как «безусловно несъедобные» вплоть до уголовной ответственности за их распространение (см. «Химию и жизнь», 1982, № 5). Наверное, здесь учтен и исторический опыт. В литобзоре диссертации С. Франк воспроизвела хронику грибных отравлений, зафиксированных в Западной Европе за 1782—1965 годы — всего 513 случаев. Из них на строчки пришлось 14,5 % смертельных исходов.

В Финляндии строчок — гриб условно съедобный. По закону в местах продажи на виду должны быть предупреж-

дения об опасности для здоровья (наверное, такие же, как у нас на пачках сигарет), а в упаковку грибов надлежит вкладывать инструкцию по приготовлению. Все должно быть организовано так, чтобы покупатель не спутал строчок с безвредным сморчком, для которого никаких предосторожностей не требуется. Сами эти грибы не так уж сложно различить: строчок приземистый и коренастый, его шляпка почти смыкается с почвой и ножки не видно. А сморчок стройный, с остроконечной шляпкой. Нередко путают названия: строчки называют сморчками, и наоборот, эти слова, как и грибы, чем-то похожи. Буквальный перевод английского названия строчка «False morel» — фальшивый (ложный) сморчок. В инструкции оговорено, что она относится к строчкам, выросшим только на территории Финляндии, перестраховка чувствуется и в других ее разделах. Особо указано, что сушка не обеспечивает полную безопасность и сушеные строчки надлежит от-

варивать так же, как и свежие. Кастрюля при этом не должна быть накрыта, но от нее надо держаться подальше, чтобы не вдыхать пар, в котором может оказаться ММГ. Воду следует брать с большим избытком — не менее 5 л на 1 кг свежих или 1 л на 50 г сушеных строчков. Отвар после 5—10-минутного кипячения вылить, а грибы, которые должны быть мелко нарезаны, промыть холодной водой. Для большей безопасности процедуру следует повторить.

Химия варенного строчка

Для того чтобы понять суть финской инструкции, нужно вернуться на тридцать лет назад. Тогда, в 1974 году было выполнено специальное исследование динамики удаления гиромитрина из грибов (его результаты можно найти в медицинской базе данных Medline). Оказывается, после пятиминутного кипячения в избытке воды (по объему более 6 к 1 и при pH 7,8, то есть с небольшой добавкой соды) содержание гиромитрина (точнее, N-метил-N-формилгидразина) в строчках резко снижается и остается далее почти неизменным на уровне 0,002%. При длительной сушке токсин разлагается на все 99—100%. Так что если русские строчки приготовить «по-фински», гости уж точно насмерть не отравятся.

Завершим повествование в том же ключе. Сайты в Интернете, что грибы в лесу, можно найти всякие — но для них нет определителя. «Поганки», конечно, видны сразу, а «ложные», или, как в народе говорят, «сомнительные» — требуют осторожности. Поэтому каждый сайт надо открыть, посмотреть и самому решить, куда он годится. Я надеюсь, что собрал только хорошие.



2
Острая шляпка сморчка хорошо видна над поверхностью почвы



3
Шляпка строчка почти вросла в землю



ЖИВЫЕ ЛАБОРАТОРИИ



Картошка

Откуда произошло название «картофель»? Картофель — удивительное явление в нашей жизни. Странно уже то, что индейцы едят его с незапамятных времен. Ведь древние люди совали в рот то, что попадалось им на глаза: плоды, мясистые стебли и листья, торчащие из земли корнеплоды. А клубни картофеля скрыты от глаз, до них еще надо было докопаться. Вторая странность заключается в том, что картофель прижился в Европе. На своей исторической родине, в тропическом высокогорье, он растет при вечно коротком дне и холодной ночи, а в странах Старого Света условия другие. Однако же картофель приспособился: зацветает он при любой длине дня, но клубни образует только при коротком дне, ближе к осени. В России клубням давали расти до Киприанова дня, 13 сентября. Оставлять их в земле дольше опасно — начинаются заморозки. Ежегодное копание картошки — еще один парадокс. Картофель — многолетнее растение, а возделывают его как однолетник. Неоднозначно и происхождение слова «картофель». Итальянцам картошка напоминала подземный гриб трюфель, и большинство исследователей производит это слово от итальянского «тартуффоли», упрощенного до «тартофель». А по мнению немецких ученых, название «картофель» происходит от немецких слов «крафт» (сила) и «тойфель» (дьявол).

Что за белый налет остается на ноже, когда мы режем сырую картошку? Это крахмал, составляющий 16—20% клубня. (В ранних сортах его меньше, в поздних больше.) Именно крахмал придает характерную мучнистость и рассыпчатость вареной картошке. Если кто-то из читателей за всю жизнь не удосужился капнуть иодом на сырую картофелину, пусть немедленно это сделает. Картошка от иода не просто посинеет, а посинеет в мельчайшую точку. Это окрасятся крахмальные гранулы. Когда их много, они могут даже поскрипывать от трения друг о друга. Кстати, в Европе картошка стала не только новым пищевым продуктом, но и источником дешевого крахмала. Накрахмаленная ткань великолепно держала форму, и возникла даже новая мода — пышные плоеные воротники (англичане на портретах времен Елизаветы I все в таких воротниках).

Почему от картошки полнеют? Ведь она не очень калорийная — если верить таблицам, в 100 г картошки всего 80 ккал? Как пищевой продукт крахмалистая картошка великолепна. Крахмал низкокалориен, не раздражает пищеварительный тракт и легко расщепляется на сахара, которые хорошо усваиваются организмом, поэтому на картофельной диете не заболеешь и не поправишься. (Толстеют те, кто обильно сдобривает картошку маслом.) Картошка способствовала резкому росту численности европейского населения, прежде жестоко страдавшего от неурожайных годов. Ее триумфу не смогли помешать даже горе-популяризаторы, которые то готовили блюда из ягод картофеля, то советовали варить его с негашеной известью.

Правда ли, что в картошке нет витаминов? Неправда. Клубни картофеля содержат практически все необходимые человеку вещества и элементы. В них до 2—2,5% белка, содержащего 14 из 20 необходимых человеку аминокислот. В клубнях есть жир, органические кислоты, кальций, фосфор, натрий, калий, сера, медь, йод, никель, кобальт, марганец, почти все необходимые человеку витамины (А, В, В₁, В₂, В₆, Р, РР, С и D). Если клубни имеют желтоватую окраску, это от витамина А. Благодаря распространению картофеля, в Европе отступила цинга, которая прежде уносила тысячи человеческих жизней, поскольку 200 г молодого картофеля, сваренного «в мундире», содержит почти суточную норму витамина С.

Кроме витаминов, в клубнях в небольших количествах присутствуют биологически активные вещества, гликоалкалоиды туберин и соланин, а также амиловый спирт, который, вероятно, и придает особый запах и вкус свежему картофелю. Все компоненты картофельного клубня сочетаются в нем в таких благоприятных для нашего организма соотношениях, что человек долгое время может без вреда для себя жить на одной картошке. Других таких овощных культур в природе нет. Самым полноценным для питания человека продуктом считают куриный белок. Если питательную ценность куриного белка принять за 100, то белок пшеницы составит лишь 64, а белок картофеля — 85 единиц от питательности куриного белка.

Знаюки народной медицины советуют лечить язву картофельным соком. Он содержит какие-то целебные вещества или это обыкновенное шарлатанство? Сок сырых клубней в самом деле нормализует кислот-



ность желудочного сока, регулирует функции желудочно-кишечного тракта и действительно помогает при язвенной болезни. При кожных заболеваниях, особенно экземе, сырой картофель назначают как наружное средство. В клубнях даже ацетилхолин есть. Он понижает давление, поэтому свежий картофельный сок рекомендуют пить при упорных головных болях. Вареные клубни обладают мочегонным (из-за ионов калия) и мягким послабляющим действием, над паром вареной картошки хорошо делать ингаляции. Печеный картофель полезен печенным больным, а также при сердечно-сосудистых заболеваниях, которые сопровождаются отеками.

Картошку часто называют вторым хлебом, но картофеля принципиально отличается от ломтя хлеба тем, что она живая. Иодом мы на нее уже капали, а теперь давайте перекисью водорода капнем. Как она запузырится! Это работает картофельный фермент каталаза, который расщепляет перекись на воду и молекулярный кислород и защищает клетки от губительного действия окислительных процессов. А ведь ослабление антиоксидантной защиты — неизбежный спутник многих заболеваний и травм. Активное окисление повреждает ткани, которым и так уже досталось, а сырая картошка их защищает.

Правда ли, что соланин, содержащийся в картошке, очень ядовит и что он накапливается в зеленых участках на поверхности клубня? Когда картошка постоит на свету и зазеленеет, это означает, что в ней «проснулись» поверхностные клетки: в них появился хлорофилл и они начали фотосинтезировать. (Кстати, не все помнят из курса школьной ботаники, что картошка с точки зрения морфологии вовсе не корнеплод, а стебель — побег.) При такой активной биохимической жизни в клетках образуется и алкалоид соланин, в больших количествах ядовитый, поэтому перед готовкой зеленые места с картофеля надо срезать. В глубь клубня соланин не проходит, поэтому белую часть картошки можно спокойно есть.

Почему старая и подмороженная картошка становится сладкой? И почему подмороженная картошка чернеет, когда ее варят? При промерзании клетки клубня разрушаются, освобожденные ферменты гидролизуют крахмал на сахара, поэтому мороженный картофель сладок и в пищу непригоден. То же происходит и при долгом хранении. И тут мы сталкиваемся еще с одним парадоксом. Европейцы оберегают картофель от света и холода, а южноамериканские индейцы специально выносят клубни на мороз и солнце, чтобы получить продукт длительного хранения — чуньо.

Способ изготовления чуньо возник примерно за 1100 лет до нашей эры и сохранился до сих пор. Собранные клубни рассыпают на земле и на ночь оставляют на морозе (–4–10°C). Днем солнце прогревает картофелины, они оттаивают и размякают, и тогда женщины и дети топчут их ногами, отжимая влагу. Эти операции продолжают несколько дней подряд, пока не получается черная масса. Ее досушивают на солнце, и она может храниться очень долго. Это черное чуньо. Испанцы его ели, им нравилось. Есть еще деликатесный продукт, белое чуньо. Его прикрывают от солнца соломой и перед окончательной сушкой долго вымачивают в воде. Полученный продукт белого цвета сохраняет форму клубня и гораздо легче обыкновенного черного чуньо. Картошка темнеет на воздухе, потому что окисляются некоторые ее компоненты, например полифенолы (чего только в клубнях нет!). А вода, лучше кипяченая и подсоленная, защищает очищенный картофель от кислорода, и он не темнеет.

Как правильно готовить картофель, чтобы не исчезли его полезные свойства? Лучшее, что можно сделать с картошкой, — запечь ее в кожуре. Так мы сохраним все ценные вещества, которые содержатся в активно делящихся клетках на поверхности клубня. Картошка прирастает с поверхности, поэтому под кожей находятся самые активные клетки, которым для роста нужны белки, витамины, микроэлементы. Жарить этот продукт не стоит: картошка с маслом, как уже упоминалось, отменно укрепляет талию. Можно картошку сварить («в мундире» или очищенную; чистить надо экономно, чтобы не потерять полезные вещества). Кулинария знает сотни рецептов картофельных блюд, но какой бы способ приготовления вы ни выбрали, никогда не забывайте об одной тонкости: клубни обязательно надо мыть.

Как лучше варить картошку — погружать ее в холодную воду или бросать в кипяток? Если вы положили картошку в холодную воду и поставили на огонь, то она будет прогреваться медленно. И это плохо, потому что, пока температура не достигнет 60–70°C, содержащиеся в картошке ферменты будут разрушать витамин С и превращать крахмал в сахар, который вымоется в отвар. Если же положить картошку в кипяток, то активность ошпаренных ферментов на поверхности картошки сразу упадет и потери питательных веществ сократятся почти вдвое. А кроме того, при таком способе минеральные вещества не вымываются в отвар. Наоборот, они уходят внутрь клубня. Почему? Да потому, что если картошке снаружи жарко, а внутри прохладно, то вещества будут двигаться по капиллярам от горячего к холодному участку. Так что кладите картошку в кипяток!

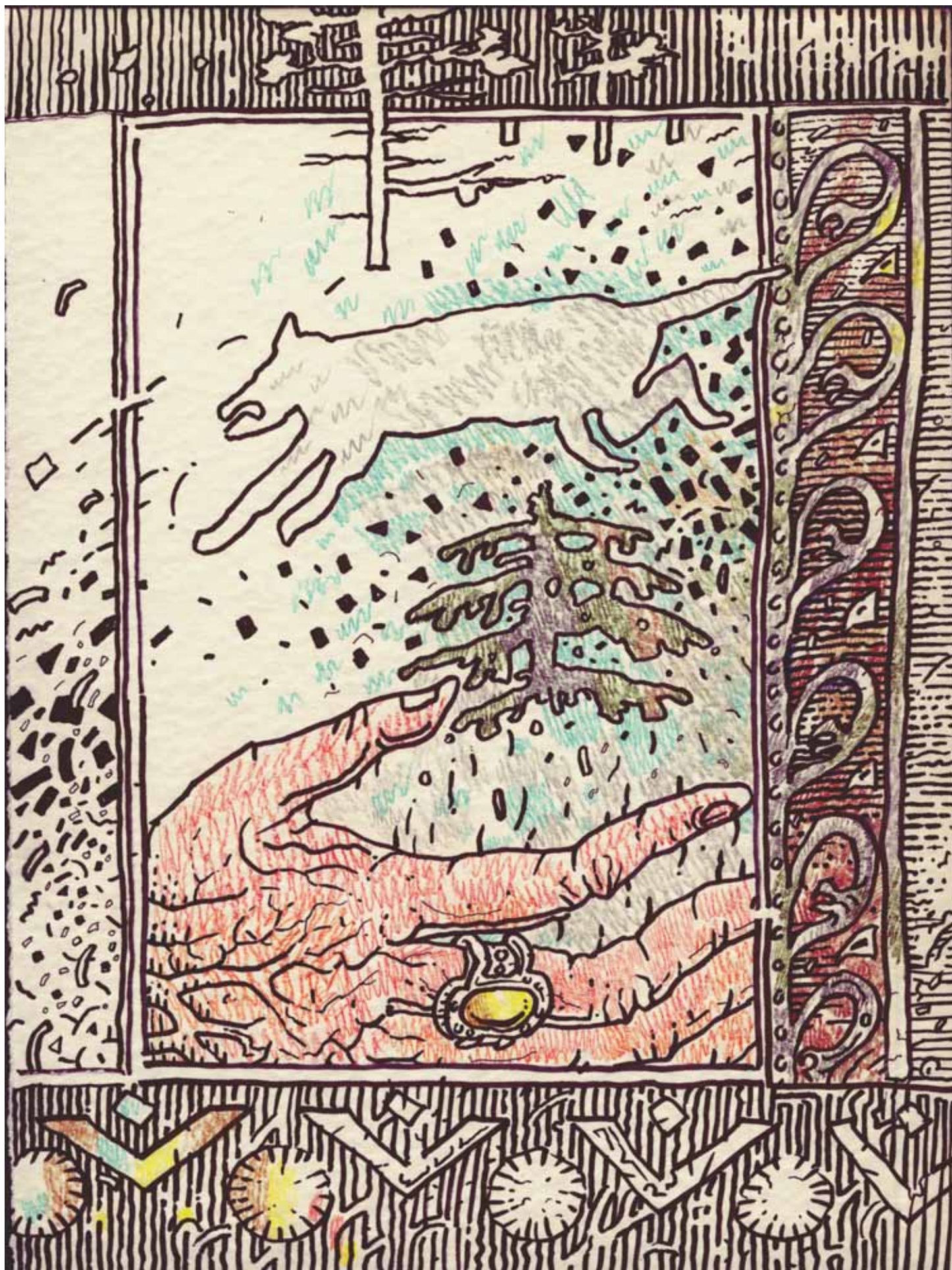
Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник

Художник Е. Станикова



**НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ**





Интервью с Кощеем

Ирина Афанасьева



ФАНТАСТИКА

«Уважаемые господа! Мне надоело читать о себе гнусные сплетни, распускаемые последнюю тысячу лет в СМИ и литературе. Я не люблю, когда меня выставляют таким российским Казановой, что совершенно не соответствует действительности. Если вашей редакции интересно получить мое эксклюзивное интервью, прошу командировать вашего представителя в мою резиденцию сроком на два дня. Все расходы за счет приглашающей стороны. Мой представитель будет ждать вашего корреспондента 14 октября 2005 года в 7.00 у памятника А.С.Пушкину перед кинотеатром «Россия».

С уважением,
Кощей Бессмертный».

Надо отдать должное нашему редактору, сохранявшему невозмутимость в любых ситуациях. Он протянул мне письмо как нечто само собой разумеющееся и спокойно ждал, пока ваша покорная слуга закончит чтение.

— Командировочные возьми у Зины.

Я еще раз пробежала глазами ровные строчки письма и удивленно посмотрела на шефа, который никогда не был склонен к авантюрам.

— Слава, это же розыгрыш!

— Ты сама говорила, что в вашем роду есть ведьмы. Почему бы тогда не быть и Кощей?

— Я пошутила!

— Между прочим, Логанихин из редакции «Пух и перья» помер, после того как ты пожелала ему стать цыпленком табака. Сгорел в машине, со всего маха влетев в забор птицефабрики.

— Это случайное совпадение. — Мне стало совсем не до смеха.

— Расскажи об этом его родственникам. — Вячеслав впервые за время разговора оторвался от разбросанных по столу листов бумаги и с видом матери-кобры устоял на вырез моей кофточки. — Или ты завтра с утра торчишь у памятника, или в порядке моральной компенсации перейдешь работать на освободившуюся вакансию в «Пух и перья».

— А если это какой-нибудь маньяк? Завезет меня в лес и...

— Так ему и надо. После общения с тобой любой маньяк импотентом станет. Ладно, Гаевская, иди отсюда, мне номер сдавать надо.

Хлопнув дверью, я вылетела в коридор с единственным желанием тут же написать заявление об уходе. Да пошли они все! Я еще не выжила из ума, чтобы принимать участие в этом цирке или писать о зависимости яйценоскости цесарок от уровня шума в помещении! Не будет меня — кто в следующий раз поедет с его любимыми экстремалами кормить комаров в тундре, Пушкин, что ли?

Утро выдалось под статью моему настроению: таким же серым и пасмурным. Я как полная идиотка торчала у памятника, всматриваясь во всех проходивших мимо мужиков, которые отвечали такими же мрачными взглядами. Обычная московская рань. Ладно, поторчу здесь до половины восьмого, а потом пойду в «Макдоналдс». Позавтракаю — и в офис бить морду шефу. Теперь вся редакция будет надо мной изгаляться до конца года. Сережка-дизайнер уже небось какую-нибудь картинку навалял. Он только с версткой вечно опаздывает, а как кого-нибудь высмеять — впереди паровоза. Кукрыникс чертов!

— Простите, вы из редакции... — И назвал наше издание.

Голос чуть с хрипотцой. Высокий мужчина лет сорока пяти — пятидесяти, седая прядь в волосах странного серого цвета, холодные зеленые глаза. Наверно, бывший спортсмен или военный — уж больно хорошая фигура для его возраста. У среднероссийского мужика к этому времени отрастает пивной живот, а этот подтянут и, похоже, не числится членом Общества любителей рукоделия.

Стараясь выглядеть не менее крутой, окидываю его оценивающим взглядом с головы до ног, после чего киваю головой. Он — само равнодушие.

— Меня послали за вами. Пойдемте к машине.

Потянулся взять у меня сумку, но я быстро отвела руку за спину. Было такое ощущение, что вместе с багажом он заберет и мою свободу, а я не очень-то доверяла этому типу. Хотя бы представился, что ли!

Мой Спортсмен, как я его прозвала, равнодушно пожал плечами и мягкой походкой пошел впереди, показывая дорогу. Во всех его движениях сквозила какая-то животная пластика, как будто он в любой момент был готов броситься бежать или вцепиться в горло. Второе, пожалуй, вернее, потому что сонно шествующий за молодящейся дамой миттельшнауцер при виде моего спутника вдруг ожил и с истошным визгом спрятался за хозяйку. Ничего, если буду жива, Славочка от меня гонораром не отделается! Сам в тундру поедет, а я — делать репортажи в Куршевель. Если буду жива...

Мы подошли к серебристо-серому «опелю». Мой спутник галантно распахнул дверь, помог сесть в машину, а потом, заняв свое место, плавно взял с места.

За всю дорогу мы не обмолвились и десятью словами. Вернее, я произнесла их, наверно, с тысячу, но Спортсмен отвечал на них молчанием или односложным «да — нет». Особенно кисло стало, когда «опель», вырвавшись из города, понесся по Ленинградскому шоссе все дальше от Москвы. На сотом километре я попыталась заставить его развернуться и отвезти меня домой, но ни тут-то было! Он даже не прореагировал на мои крики и угрозы выпрыгнуть на дорогу или убить его на месте. Оставалось только подчиниться обстоятельствам и ждать, чем кончится эта афера. Я приготовилась дорого продать свою жизнь,

не замечая, как осень заметает наш путь золотом листьев, а в небе плывут облака, торопясь вместе с нами на север.

Шоссе, щебенка, проселок, потом почти не ездимая лесная дорога. Наконец, когда солнце уже клонилось к закату, мы подъехали к дому старинной постройки, прижавшемуся к холму. Казалось, что они срослись друг с другом, создавая ощущение входа в подземное царство.

Интересно, я сейчас действительно увижу ожившую сказку или меня сделают сексуальной рабыней и отправят на Ближний Восток в гарем какого-нибудь эмира?

«Опель» плавно остановился у широкой лестницы, ведущей в дом. Безмолвный Спортсмен помог мне выйти из машины и, сделав приглашающий жест, проводил в гостиную, расположенную на первом этаже.

Я огляделась. Комната обставлена старинной мебелью ручной работы, стоившей, наверно, сумасшедших денег. Слева горел камин, освещающий бликами наводненный паркет. Только сейчас я заметила, что в доме нет электричества, а мягкий рассеянный свет давали несколько расставленных по комнате канделябров со свечами. В углу возвышалось чучело такого огромного кабана, что я почувствовала даже некоторую робость и, нерешительно подойдя, чуть тронула рукой жесткую шерсть.

— Нравится?

Неожиданно раздавшийся позади баритон заставил меня отдернуть руку, как нашкодившей девчонке, застигнутой на месте преступления. И что у них за идиотская манера подкрадываться сзади! Уже готовая высказать все, что думаю о дешевом розыгрыше, я развернулась и увидела нечеловеческой красоты мужчину, стоявшего посреди комнаты. Боже мой! У меня подкосились ноги, и внизу живота разлился предательский жар. Да за таким красавцем любая пойдет на край света, заикаясь от любви!

Он подошел ко мне и протянул руку:

— Будем знакомы, Кощей Бессмертный. Но предпочитаю, чтобы меня звали Лютовер.

— Алиса Гаевская.

Мягкий свет его глаз бархатом скользнул по лицу.

— Мне очень приятно, что именно вы откликнулись на мое приглашение.

— То есть?

— Честно говоря, хотелось познакомиться с интеллигентной ведьмой из хорошей семьи. Ну и реабилитировать себя перед общественностью, конечно.

Вероятно, мои глаза все больше напоминали обеденные тарелки.

— Как вы...

— Как я узнал, что приедете именно вы? Но я же все-таки языческий бог. По статусу положено, как теперь принято говорить. Или вы спрашиваете, откуда я узнал, что вы ведьма?

Я только и смогла кивнуть, глядя на него как зачарованный кролик. Он чуть улыбнулся и сделал широкий жест рукой, будто очерчивая мое лицо.

— Ну посмотрите сами: рыжие волосы, зеленые глаза, легкое косоглазие. Все три признака налицо... Надеюсь, ваше путешествие было приятным. Серый — отличный парень, и я был уверен, что он доведет вас в целости и сохранности... Вы разделите со мной ужин? У нас сегодня жаркое из дичи, брусничный пирог. И что вы предпочитаете выпить? Вино, медовуху, водку? Вы курите?

Он протянул мне изящную деревянную коробочку с тонкими темно-коричневыми сигаретами, пахнущими ванилью. Вообще-то я не курю, но тут безропотно взяла одну. Поднесла сигарету к губам и выжидательно посмотрела на кавалера, у которого не было в руках ничего похожего на зажигалку. Он чуть улыбнулся и щелкнул пальцами, между которыми прямо в воздухе появился язычок огня. Я прикурила, судорожно затянулась. Это несколько прочистило мозги и вернуло чувство собственного достоинства. Меня даже разобрала легкая злость: еще никто никогда не смел так ломать мою волю. Подумаешь, Кощей Бессмертный! А я Терминатор! Что я, красивых мужиков не видела, что ли?

Видимо, Лютовер (буду звать его так, если хочет!) прочел мои мысли, потому что ухмыльнулся и, сбавив обаяние до умеренного, повел меня ужинать.

За столом прислуживал Спортсмен, которого хозяин дома называл Серым. Похоже, кроме них, здесь никого не было, если не считать большого черного ворона, сидевшего на спинке стула в дальнем углу комнаты. Мда, антураж располагает к вере во всякую нечисть! Впрочем, меня так просто в чертовщине не убедишь.

Ужин был прекрасным. За десертом я поймала себя на мысли, что Слава может валить в свой Куршевель. Я его прощаю как женщина и как журналист. С таким интересным, сидевшим напротив человеком (или кто он там?) мне уже давно не приходилось общаться.

После кофе мы вернулись в уютную гостиную. Комфортно устроившись в глубоком кресле напротив Лютовера, я достала диктофон, и работа понеслась.

— Значит, о моей личной жизни расспрашивать будете? — Его бездонные черные глаза чуть задержались на моем декольте. — Извольте, сударыня, жду ваших вопросов.

— Ну, начнем с того, что на вашей репутации сотни соевращенных женщин, которых вы крали по поводу и без.

— Это где это вы такую ерунду вычитали?

— В «Мифологическом словаре»! — Во мне проснулся профессиональный азарт. — Там написано, цитирую: «В русских волшебных сказках К.Б. уносит героиню на край света в свое жилище. Та испытывает у него, где скрыта Кашеева смерть, передает тайну герою-избавителю, который добывает смерть К.Б., и Кощей погибает».

— Чушь! Полная чушь! Я для того и позвал вас сюда, чтобы иметь возможность раз и навсегда объяснить всем, что мне не нужны ни Василисы, ни Марьи, ни кто-то там еще. Ну ладно одна, десять... сто, в конце концов! Но, поймите правильно, после тысячной дамы даже полный дебил начинает понимать, что все кошки ночью серы и качество отнюдь не следует из количества. То есть я хочу сказать, что на каком-то этапе понял, что дамский пол мне надоел, и с тех пор живу тихо и замкнуто в этом доме.

— Но ведь вы сами признаете, что женщины были, и не в единичном количестве.

— Да, были. Но они приходили ко мне сами, совершенно добровольно! Если бы Серый мог сейчас зайти в эту комнату, он бы обязательно это подтвердил.

— А что с ним?

— Да ничего особенного. Серый — оборотень, который с заходом солнца превращается в огромного волка. Это я так, на всякий случай предупреждаю.

Мои волосы, затянутые в хвост, кажется, попытались встать дыбом. Словно в подтверждение слов Лютовера,

раздалось царапанье когтей по дубовым дверным створкам, а затем из прихожей я услышала тоскливый вой. Не хватало только, чтобы меня загрыз волк! Ну, Славочка, ты не только в Куршевель не поедешь, ты будешь у меня зайцем по болотам скакать! А я уж, как сказала, постараюсь дорого продать свою жизнь, пусть ее и немного осталось!

Я тут поймала заинтересованный взгляд Лютовера. Он с легкой усмешкой наблюдал за моей реакцией. Вот словоч! У меня от злости пропал всякий страх. Пригубив вино из стоявшего на столе бокала, я ласково улыбнулась хозяину дома.

— Может быть, тогда вы откроете ему дверь? Нельзя же мучить животное.

— А вы не боитесь? Он наверняка бросится на вас.

— Не пугайте меня, уважаемый хозяин! Вы не позволите ему этого сделать, потому что другого журналиста мой шеф к вам не пришлет. Нас у него не так много.

— Но я могу обратиться в другую редакцию.

— Вряд ли. Вы же хотели познакомиться с интересной ведьмой. Не спорю, среди нашей братии ведьм предостаточно, но натуральных рыжих я пока не встречала.

— А вы смелая женщина!

Он легко поднялся и, быстро подойдя к двери, распахнул ее настежь. В темном проеме мелькнул силуэт гигантского волка, и зверь одним прыжком оказался посреди комнаты. Его шерсть на загривке встала дыбом, нос вздернулся вверх, отчего обнажились огромные желтые клыки в розовом обрамлении десен. Он был страшен, могуч и...

— Какой же ты красавец! — выдохнула я восхищенно. — Никогда не видела столь совершенного зверя!

Черные глаза волка, в которых метались красные отблески огня, утратили выражение злобы, шерсть улеглась. Облизнувшись, он по-собачьи уселся и теперь удивленно разглядывал меня.

Я покосилась на его хозяина, который стоял, слегка оперевшись о дверной косяк. Его лицо было задумчиво. Кажалось, он решал какую-то сложную задачу и не находил ответа. Поймав мой взгляд, Лютовер тряхнул длинными черными волосами и, подойдя к столу, поднял бокал:

— Я предлагаю тост за потрясающую гостью, память о которой останется здесь навечно. Еще ни одна женщина не вела себя так мужественно при виде Серого. Вы или отчаянно смелый человек, или, извините, сумасшедшая баба. Второй вариант отпадает сразу, но я не могу поверить, что вы совсем не испугались. Восхищаюсь вашим мужеством, сударыня! Вы — редкий бриллиант, прекрасная, как пламя, и умная, как ночь.

Я чуть было не поверила этому мягкому баритону, но, вовремя вспомнив, с кем имею дело, отогнала морок и довольно равнодушным голосом предложила вернуться к интервью.

— Мы остановились на том, что вы никого не принуждали сюда прийти. Видимо, пленницы оказывались здесь... э, по щучьему велению?

Он укоризненно покачал головой, разглядывая меня поверх бокала с вином.

— Не надо иронизировать. Я их не похищал по той простой причине, что красавицы сами приходили ко мне.

— Ну да, разумеется! А потом не хотели уходить, да?

— Ну вот, наконец-то вы поняли меня, хотя и не желаете в этом признаться! Давайте возьмем самый шумевший случай — с Василисой Прекрасной. Что видела эта женщина в своей жизни, кроме деревенской избы, пропахшего потом и



ФАНТАСТИКА

навозом мужа Ивана, чугунков, прялки и кучи детей? Ни-че-го! А я ей подарил весь мир. Рассказал не только о том, что делается в ближайшем кабаке, но и за семью морями. И потом, моя внешность ей очень понравилась.

— Кстати, о внешности. А почему же в сказках говорится о том, что вы похожи на скелет, на страшного злобного старца, ну и все такое прочее?

— Так вы слышали эту историю в пересказах Ивана да Василисы. Неужели вы думаете, что уязвленный муж будет хорошо отзываться о своем сопернике? Или прощенная жена будет оспаривать мнение мужа о бывшем любовнике?

— Нет, но...

— Впрочем, я могу изменить свою внешность, если вы этого хотите.

Он чуть склонился вперед, контур его тела и лицо расфокусировались, и через мгновение передо мной развалился в кресле... мой редактор Вячеслав! Вот тут я понастоящему испугалась! Но затем сидевший передо мной мужчина снова слегка «поплыл», превратился в волка и опять в Лютовера. (Представьте себе волка, который сидит напротив вас в кресле, изящно скрестив задние лапы!) Я нервно захохотала, чем, по-моему, несколько обидела хозяина дома. Во всяком случае, он перестал улыбаться, и сразу ярко горевший в камине огонь прижался к полям, а разлегшийся у кресла Серый тихо отполз под стол.

Да, нехорошо получилось. Вот сейчас он превратит меня в березовое полено — и прости-прощай интервью на разворот!

Но Лютовер, похоже, пока не хотел от меня избавляться. Он продолжил как ни в чем не бывало:

— Итак, Василиса по собственному желанию переступила порог этого дома, и некоторое время мы с ней были счастливы. Но потом стали проявляться различия в воспитании и менталитете. Эта женщина попыталась устанавливать здесь свои порядки, после чего я решил с ней расстаться. Но нельзя же просто взять и выгнать на улицу! Нравы в те далекие времена были не чета нынешним. В деревне ее быстренько закопали бы живьем в землю.

В общем, — продолжил он, — как честному... э, человеку, мне пришлось придумать целый план по возвращению загулявшей женщины в лоно семьи. Для начала Серый просидел полдня в кабаке с Иваном и как бы случайно проболтался ему, где находится его благоверная. Тот спяну пообещал со мной разобраться. И когда голубчик на следующий день очухался, то деться ему было уже некуда, поскольку полдеревни слышало его похвальбу и клятву вернуть Василису домой. Чтобы этот деревенский увалень по дороге не заблудился, я подослал к нему Бабу Ягу с волшебным клубочком, который должен был привести прямо сюда. В конце концов, месяца через два он действительно появился у порога этого дома, хотя сейчас на машине до его де-

ревни ехать около часа. Дальше — больше. Этот трус прекрасно понимал, что против меня у него нет никаких шансов, поэтому засел в кустах и стал дожидаться, когда мне придется отбыть по делам. Ну, я его помуржил пару дней, а потом отправился к Яге попить чайку. Раньше она у меня здесь на Валдае жила, это уже потом от людей подальше перебралась за Волгу... Кстати, что же вы не пьете? Очень хорошее коллекционное вино. Недавно здесь новые русские пытались поохотиться, но Серый такого страху на них нагнал, что они бросили все, кроме джипа, на котором и дали деру. Вино из их запаса. Мне очень нравится. Рекомендую.

При упоминании о новых русских Серый поднял лобастую голову и оскалится, изображая улыбку. Розовый язык вывалился у него из пасти и облизал губы с таким удовольствием, что я засомневалась, все ли охотники успели запрыгнуть в джип или, не дай Бог, кто-то не добежал до спасительной дверцы. В ответ на незаданный вопрос волк чуть вильнул хвостом и, перекатившись на спину, довольно поелозил по ковру.

Словно опять прочитав мои мысли, Лютовер криво ухмыльнулся:

— Не знаю, как-то забыл спросить. Впрочем, нечего им тут делать. Это мои земли, и я сделаю все возможное, чтобы отвадить всяких мерзавцев болтаться по моим охотничьим угодьям... Итак, я отправился к Яге, а Иван тут же шмыгнул в дом к Василисе. Та при виде мужа пришла в ужас (я забыл ее предупредить о его приходе), но вовремя опомнилась и наврала с три короба, что, дескать, испугалась за его жизнь. Тот все принял за чистую монету, поскольку сам трясся от страха как заяц, и приказал ей подластиться ко мне и узнать, где смерть Кощеева. Трус паршивый, тьфу! Но Василисе ничего не оставалось, как согласиться. Тут и я подошел. Ну и паника началась! Эта парочка заметалась по дому, а потом Васька запихала мужа под мою кровать. Это было что-то! Мы занимались любовью у него над головой, а он даже ни разу не пискнул за всю ночь!

Так, дальше. Василиса, конечно, стала ко мне подкатываться с разговорами о смерти. Я для виду немного поломался, изображая страшную тайну, а потом доверительно рассказал байку про то, что на море-окияне, на острове Буяне стоит дуб... ну, и весь остальной бред, который уже сотни раз рассказывал доверчивым дурочкам. За разговорами наступило утро, и я отправился по делам. Вы бы видели этого типа, когда он вылез на свет Божий! Для начала он немного поколотил Ваську, но она здраво возразила, сказав, что он сам велел ей подластиться ко мне. Короче, крыть ему было нечем и пришлось отправляться в путь-дорогу за моей смертью. Тут снова Серый взялся за дело, только уже вместе с Вороном. Они этого Ивана еле довели до места. Кстати, как вы понимаете, остров находится совсем не на море-океане, а на соседнем Валдае, потому что, если бы я его на ближайшее море отправил, то Васька померла бы от старости раньше, чем он вернулся обратно. В общем, привели они его к озеру. Тут и я подсутился, шукой прикинувшись. Да, еще Топтыгина за четыре ведра малины уговорил поработать: якобы случайно подвернуться по дороге, а потом, по просьбе Ивана, дуб свалить. Если подсчитать, то возвращением Василисы в семью занималась половина леса... Дальше все развивалось в соответствии со сказочным сюжетом: Топтыгин свалил дуб, Серый пробежался за зайцем, Ворон скогтил утку, а я принес ему яйцо с иглой, которое тот уронил в воду.

Лютовер замолчал, вглядываясь в темное окно. Судя по улыбке, блуждавшей по красиво очерченным губам, он очень живо вспомнил всю эту эпопею. На его лице появилось выражение мальчишеского азарта, и мне почему-то стало до боли обидно, что я сама не участвовала в спасении Василисы. Похоже, этим типам здесь живется совсем не скучно.

— И что дальше?

— А дальше Иван опять появился вон на той полянке и, грязно ругаясь, стал вызывать меня на поединок. Мы немного повздорили, после чего он вытащил злосчастную иголку и медленно разломал ее у меня на глазах. Захотелось мужику на агонию Кощееву, видишь ли, полюбоваться! Пришлось помирать не просто так, а с судорогами, пеной на губах и разными прочими вывертами. Тут Василиса выскочила, бросилась ему на шею. Апофеоз торжества добра начался! — Лютовер снова криво усмехнулся и продолжил: — Иван кликнул Серого, которого приспособил в качестве ездовой собаки, и они рванули через лес так, что только валежник трещал... Вот таким образом я расстался с самой красивой женщиной, которую только приходилось видеть. Так-то, сударыня!

Его вздох буквально резанул меня по сердцу. Значит, Василиса — красавица. А я-то, дура, думала, что ему понравилась! Ничего-то я в людях не понимаю. Слава прав, мое место в тундре, а не в Куршевеле... Но все-таки здесь что-то не так.

— Позвольте, но вы занимались любовью с Василисой практически на глазах у мужа, а он не вышвырнул изменницу из дома и не закопал живой в землю. Почему?

— Потому что она единственный свидетель его подвигов. Кто, кроме Васьки, подтвердит, что все это время он боролся с мировым злом, а не валялся пьяным в соседней канаве? Поверьте, сударыня, подвиг тогда становится подвигом, когда рядом с героем есть оруженосец, который потом расскажет благодарным слушателям о смелости господина. Иначе подвиг — всего лишь акт мужества, не более того. Все слышали про бой Руслана с Головой, так красочно описанный Пушкиным? Но ведь богатырь был там не один, иначе откуда поэт узнал о его подвиге?

— Это фантазия гения.

— Это реальное событие. И Руслан был не один. Если бы за ним не присматривало множество глаз — я имею в виду воронов, лисиц и разное прочее зверье, — он бы подъехал сбоку и перерубил Голове сонную артерию. Эффективно и без всякого риска. Но это не было бы подвигом, а ему хотелось прославиться. Вот он и устроил показательный бой. Вы не представляете, как омерзительно выглядели взлетевшие от порыва ветра человеческие кости и полусгнившие трупы! Кстати, вороны рассказали Арине Родионовне все как было, но она пожалела ребенка и не стала его пугать страшными подробностями. Ну а когда тот вырос, то сам уже хорошо знал все законы пиара, как теперь это называют.

От всего услышанного у меня кружилась голова. Или это было действие вина и черноты глаз моего собеседника? Я смотрела на его губы и бешено завидовала Василисе и прочим там Марьям-красам, которых целовал этот рот.

Серый тихонько встал, подошел ко мне и, лизнув руку, беззвучно исчез за дверью. Воздух в комнате затвердел и зазвенел от напряжения. Лютовер продолжал смотреть мне в глаза, лаская длинными пальцами бокал, из которого отпил не больше половины.

Черт подери, что я делаю? Я не хочу, чтобы потом меня пристраивали обратно в редакцию, заставив Славу бегать по лесам за иглой, где смерть Кощеева! Я представила своего редактора, притаившегося под кроватью, и истерически захохотала. А из глаз текли слезы.

Это была самая настоящая истерика — реакция на бессонную ночь, страх неведомой дороги и жуткий психологический прессинг. Передо мной сидело исчадие ада, страшное нечто из другого мира, ломающее всех, кто соприкасается с ним...

В начале моей истерики Лютовер вскочил, но так и остался стоять на месте. Наконец я смогла взять себя в руки. Голова стала ясной как никогда.

— Благодарю вас за интересное интервью. Думаю, что с ним не будет никаких проблем. Разворот вам гарантирован. А теперь позволяйте откланяться. За окном уже светает.

Бокал в его руке хрустнул, заливая ладонь чем-то красным — то ли кровью, то ли вином, но мужчина даже не поморщился. Он смотрел на меня, и я чувствовала, как вокруг бушуют волны черной силы, готовой захлестнуть слабую женщину с головой. Я была как маленький солдат посреди пляски темных смерчей.

И вдруг все стихло. Лютовер улыбнулся и протянул через стол руку:

— Серый превратится в человека примерно через час, и еще пару часов ему надо, чтобы выспаться. Таким образом, до отъезда у вас еще есть время. Вы можете отдохнуть в соседней комнате. Клянусь, вас там никто не беспокоит.

Я дотронулась до его горячей руки. Сильная ладонь сжала мои пальцы. Он обвел меня вокруг стола и, поддерживая под руку, проводил в комнату рядом. Там была небольшая софа, покрытая медвежьей шкурой. Почему я сразу поверила, что он не сделает мне ничего плохого, кто знает? Но Лютовер действительно только заботливо укрыл меня мягким шерстяным одеялом и вышел, тихо прикрыв за собой дверь.

Мы уже стояли у машины, и тут хозяин валдайских лесов ласково прикоснулся к моей щеке.

— Я не ошибся, пригласив вас сюда. Вы единственная женщина, которая смогла устоять против моего обаяния и моей силы. Я больше не буду вас испытывать. Пообещай-



ФАНТАСТИКА

те только, что примете от меня это кольцо. — На его ладони появился старинный перстень с потрясающим лунным камнем. — Это, выражаясь научным стилем, волшебный артефакт. Если вы когда-нибудь захотите сюда вернуться, коснитесь губами камня. Это вас ни к чему не обязывает. Пожалуйста.

Он положил кольцо на мою ладонь и сжал пальцы в кулак. Я молча кивнула и села в знакомую машину. «Опель» тихо тронулся с места, шурша колесами по палой листве.

Когда я принесла Славе интервью, тот был на седьмом небе от радости, но не преминул попенять, что нет фотографии. Я посоветовала ему прогуляться на Валдай вместо Куршевеля, но он почему-то не захотел. Две недели я ходила по редакции, постоянно слыша шепот за спиной.

Сегодня я положила на стол шефа заявление об увольнении. Слава пришел в ужас, но безропотно подписал. После моей командировки он ни разу не посмел спорить со мной.

Сейчас я сижу дома на диване перед полусобраным чемоданом и смотрю на лунный камень, на котором алеет отпечаток губной помады. И слышу: семью этажами ниже, у подъезда, остановился серебристый «опель». Несомненно, из него вышел мужчина лет сорока пяти — пятидесяти со странными серыми волосами. Вот он открывает дверь парадного, вот подходит к лифту...

Щелкают замки моего чемодана. Возможно, я ступаю на неверный путь, но, куда бы он ни завел, я пройду его до конца.



ChemBridge Corporation

**ChemBridge Corporation приглашает
на постоянную работу химиков-синтетиков**

Требования

- высшее образование
- опыт экспериментальной работы в области тонкого органического синтеза
(для выпускников профильных вузов трудовой стаж не обязателен)

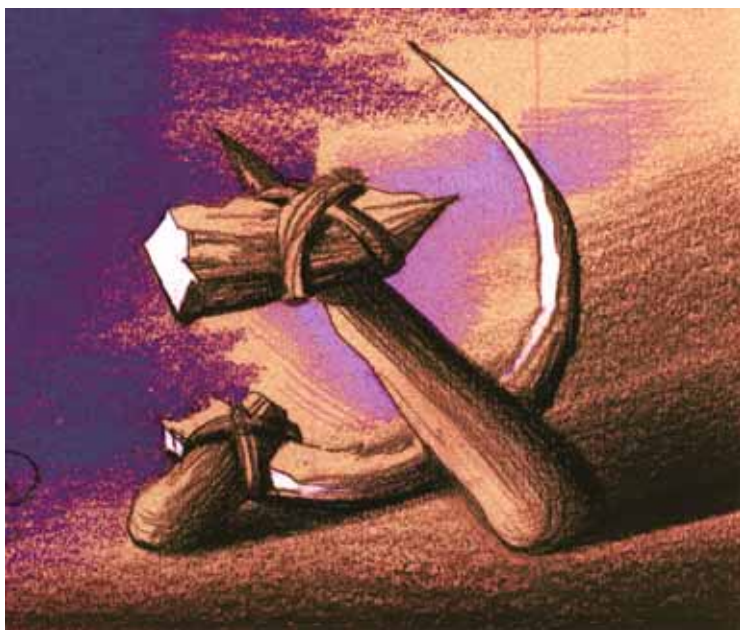
Условия работы:

- оклад 11000 - 30000 рублей
(по результатам собеседования)
- оформление по ТК РФ
- достойные ежеквартальные и годовые премии
- иногородние сотрудники на испытательный срок обеспечиваются жильем, а затем выплачивается частичная компенсация за съем жилья

Резюме присылайте по адресу:

vacancy@chembridge.ru или turina@chembridge.ru
(тема - "резюме химик-синтетик")

тел: +7(495)775-06-54 (доб.10-96)
www.chembridge.ru



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Мы все родом из Африки

Ученые утверждают, что современные люди начали расселяться из Африки на 40—50 тысяч лет позже, чем считалось до сих пор. (Существующие теории распространения современного человека из Африки в Европу и Азию предполагают, что случилось это около 100 тысяч лет назад.)

Новые данные существенно меняют сроки: данные, полученные исследователями из Великобритании, США, Германии, Италии и России, показывают, что это произошло 50—60 тысяч лет назад. Очевидно, до Восточной Европы и России современный человек «дошел» раньше, чем мы думали. Эти выводы сделаны на основе анализа ископаемых останков, найденных в Южной Африке и на Дону, в местечке Костенки Воронежской области. (Этой теме были посвящены три статьи в журнале «Science» от 12 января 2007 года. Российские находки изучали М.В.Аникович и А.А.Синицин из Института истории материальной культуры.)

Используя комбинированные методы датирования, ученые определили возраст черепа из Южной Африки, найденного в 1952 году, в 36 тысяч лет. Он больше похож на черепа европейских людей верхнего палеолита, чем на более современные европейские или южноафриканские, и имеет мало сходства с черепами неандертальцев.

Около 100 тысяч лет назад современные люди появились в Восточной Африке, считает Тед Гебель из Техасского университета. Когда они выработали определенные физические навыки и поведенческие стереотипы, началась миграция и заселение новых областей. Современные люди пошли по свету в самом конце эры плейстоцена. Генетический анализ ископаемых останков позволяет предположить, что они мигрировали в Северную Африку из Западной Азии, где появились 40—45 тысяч лет назад. Артефакты, обнаруженные на Дону, свидетельствуют, что Центральная Евразия и Россия были заселены практически в то же время, что и Западная Европа.

Пока у ученых недостаточно фактов, позволяющих подтвердить или опровергнуть эти предположения. Требуются дополнительные исследования, чтобы точно выяснить, как современные люди развивались на африканском континенте и когда отправились на другие материки.

А. Тугунов

Пишут, что...



...если учитывать осцилляции нейтрино, то соотношение числа атомов ${}^7\text{Li}/{}^{11}\text{B}$, которые образуются при взрыве сверхновой, должно быть больше 0,83, а если ее нет, соотношение лежит в пределах 0,63—0,71; точные измерения этого параметра помогут уточнить действующую модель Вселенной («The Astrophysical Journal», 2006, т. 649, № 1, ч.1, с. 324—330)...

...фрамбоидальные (зернистые) структуры пирита, возможно, причастны к возникновению жизни на Земле, поскольку их предшественниками могли быть коацерваты («Природа», 2007, № 1, с. 49—54)...

...оторвать от клетки дрожжей частицу белка, которая прилипла к ней с помощью цепочки олигосахарида, можно, приложив силу в 30—40 пиконьютонов («Analytical Sciences», 2007, т. 23, № 1, с. 121—126)...

...если структура керамики для изготовления имплантатов состоит из грубых кристаллов фторапатита, расположенных в аморфной матрице, то гидроксиапатит костной ткани станет расти на ней гораздо быстрее («Physics and Chemistry of Glasses», 2006, т. 47, с. 609—615)...

...выход частиц хитозана размером менее 20 мкм, которые представляют особый интерес для биомедицинских целей, можно повысить с помощью сверхкритического CO_2 до 70% («Сверхкритические флюиды: теория и практика», 2006, т. 1, № 2, с. 60—65)...

...разработана математическая модель информационной системы для обнаружения мошенничества с использованием пластиковых карт («Вестник Тюменского государственного университета», 2006, № 5, с. 204—210)...

...масса нормальной микрофлоры кишечника взрослого человека составляет 2,5 кг («Наука в России», 2007, № 1, с. 28—35)...

...низкоинтенсивное лазерное излучение повышает локальную концентрацию кислорода в тканях и тем самым дает терапевтический эффект при раз-



личных болезнях («Журнал прикладной спектроскопии», 2007, т.74, № 1, с.120—125)...

...найден ген, различные аллели которого делают помидоры длинными или округлыми («Development», 2006, т.133, с.4609—4612)...

...создана математическая модель, имитирующая процесс определения положения органов цветка («Известия РАН. Серия биологическая», 2006, № 6, с.645—659)...

...самки водяных полевок и домовых мышей предпочитают самцов, имеющих промежуточные значения индекса агрессивности, и эти же самцы обладают более высокими репродуктивными характеристиками («Доклады Академии наук», 2006, т.411, № 6, с.845—846)...

...шимпанзе юго-западного Сенегала охотятся на мелких обезьян с «копьями» — деревянными палками, которые заостряют с помощью зубов; особенно часто прибегают к оружию во время охоты самки и детеныши («New Scientist», 2007, № 2593, с.15)...

...загрязненность водоемов Средней Оби нефтепродуктами варьирует от 0,01 до 5,14 мг/дм³, причем повышенный уровень загрязнения наблюдается в трети из них («Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе», 2007, № 1, с. 16—20)...

...по данным спутниковых наблюдений, строительство дамбы в Керченском проливе стало причиной интенсификации всей системы течений («Исследования Земли из космоса», 2006, № 6, с.65—71)...

...в России придумана неуязвимая для противника ракета, постоянно меняющая направление движения («Изобретатель и рационализатор», 2006, № 12, с.13)...

...в системе РАСХН до сих пор есть ученые, которые не верят в существование гена и пишут, что генетика — не самое главное в животноводстве («Сельскохозяйственная биология», 2006, № 4, с. 9)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Будущее — в движении

Сканирование мозга методом функционального магнитного резонанса позволяет увидеть его работу в режиме реального времени. Сотрудники Вашингтонского университета решили посмотреть, как наш мозг «думает о будущем». Им удалось выявить области человеческого мозга, которые активизируются, когда мы пытаемся представить грядущие события своей жизни.

Если идентифицировать участки, которые «включаются» в ответ на попытки заглянуть вперед, вообразить предполагаемые ситуации, можно будет понять, что происходит с людьми, утратившими эту способность, например, после травмы или инсульта.

Исследователи предложили 21 добровольцу представить себе что-либо, случившееся с ними в прошлом, и нечто, чего они ожидают в будущем. Результаты сканирования показали явные отличия между уже отпразднованным наяву и «в уме» днем рождения и тем, что пока живет только в воображении (по сообщению агентства «BBC News» от 2 января 2007 года).

«Взгляд вперед» заставляет активизироваться три участка мозга: левую боковую прелатеральную кору, левое предклинье и правую заднюю долю мозжечка. Известно, что все они работают, когда мы мысленно представляем себе движения нашего тела. Можно предположить, что наш мозг думает о будущем, воображая движения и действия, которые мы совершим. В частности, если испытуемого попросить представить, будто он играет в бейсбол, активизируется область мозга, ответственная за взмах руки.

По мнению авторов, быть может, одна из самых полезных способностей нашего мозга состоит в его умении «настроить» поведение, исходя из предвидения возможных последствий. Ученые намерены продолжить изучение процессов, происходящих в мозгу, когда мы думаем о будущем.

Е.Сугоцкая



М.Л.КНЯЗЕВОЙ, Тула: Сосудосуживающие средства в составе капель от насморка (например, ксилометазолин) обладают в первую очередь местным действием: снимают отек слизистой оболочки носа.

Н.Н.ОСЕТРОВУ, Санкт-Петербург: Камень-огневец, которым можно топить печь, не придуман авторами фэнтези — скорее всего, имеется в виду горючий сланец, известковая или глиняная горная порода, пропитанная органическими веществами, похожими на те, что входят в состав нефти.

С.А.ФЕДОРОВУ, Новосибирск: Сведения о метеоритной коллекции РАН можно получить по адресу <http://geo.web.ru/db/meteorites/>; сайт поддерживается лабораторией метеоритики Института геохимии и аналитической химии РАН; информация по отдельным метеоритам (имя собственное, вес, размер, место находки и др.) изложена достаточно подробно.

Л.М.ЗЕЛЕНОЙ, Ярославль: Соевый творог тофу получается сворачиванием (коагуляцией) белков соевого молока, точно так же, как и молочный творог — из обычного молока; коагуляцию вызывает добавление солей или лимонной кислоты; на Окинаве для этого используют морскую воду.

А.Д.ТИТАРЧУКУ, Нижний Новгород: Гемералопия — то же, что куриная слепота: расстройство сумеречного зрения, наследственное или вызванное нехваткой витамина А; врожденная гемералопия лечению не поддается.

А.В.ЛАСКИНОЙ: вопрос из Интернета: Янтарь действительно способен впитывать анилиновые красители, это его качество известно с древних времен; а вот как удалить краситель из янтаря, похоже, не знает никто.

Марине, вопрос из Интернета: Феромоны — секретиромые животным химические вещества, запах которых несет информацию — имеются не только у насекомых, но и у других животных, в частности, у многощетинковых червей nereis.

К.А., Москва: Действительно, аскорбиновая кислота ослабляет реакцию на алкоголь у тех, кто лечится дисульфирамом, однако уровень вредоносного ацетальдегида в крови при этом не снижается, так что лучше все же с алкоголем не экспериментировать.



Космос — это любовь

Причем любовь отнюдь не духовная, которая толкала на безумные подвиги рыцарей и поэтов, а самая что ни на есть плотская, предназначенная для продолжения рода.

Не будем гадать, случалась ли уже в космосе любовь с участием людей, и если да, то к чему это привело. Ученые уверенно утверждают, что ничего такого не бывало



Художник С.Дергачев



КСТАТИ О КОСМОСЕ

лась потом: и мальки, и птенцы не могли сориентироваться в пространстве. Так, маленькие рыбки не находили границы раздела вода — воздух, в то время как взрослые рыбы определяли ее, видимо, по градиенту концентрации кислорода. Птенцы же не могли сфокусировать зрение даже на кормушке. Все они погибли. Возможно, опыты в центрифуге позволили бы решить проблему, но на станции «Мир» мы не успели провести такие опыты».

Другой опыт, который планировали ученые из ИМБП, — вырастить много поколений мышей в космосе. Предполагалось, что в череде поколений они превратятся в эдакие шаррики с торчащими в разные стороны короткими лапками. Но эти опыты тоже не удалось провести. Во-первых, эксперименты по размножению крыс на борту шаттла пока что заканчивались трагично: новорожденные крысята погибали либо из-за того, что набирали слишком большую скорость и разбивались о стенки клетки, либо не могли добраться до матери и получить свою порцию молока. А во-вторых, содержание мышей на станции создает серьезные гигиенические проблемы.

Однако такие опыты все равно придется ставить. Ведь сейчас никто не знает, как отсутствие гравитации скажется на детях космоса (и скажется ли). Ответ же на этот вопрос надо знать заранее — до того, как люди перейдут к массовому освоению космоса и там, над нашими головами, возникнут поселения, обитатели которых, само собой, будут дружить, встречаться и продолжать свой род.

П.Данилов

никогда, поэтому предоставим фантастам размышлять о том, как оно все будет там, в космических городах (см. «Химию и жизнь», 2002, № 2).

Зато мы точно знаем, что опыты по размножению братьев наших меньших — от совсем примитивных до млекопитающих — ставились на космических кораблях неоднократно. Самый весомый вклад в эти исследования внесла советская станция «Мир». Именно на ней не раз и не два удавалось свершить таинство опыления растений и получить несколько поколений пшеницы. Другой опыт — выращивание птенцов из яиц,

которые оплодотворяли на Земле. На биоспутниках и гуппи рожали мальков, и головастики вылуплялись из икринок. «Проведенные опыты свидетельствуют, что развитие эмбриона в условиях невесомости проходит нормально, никаких отклонений мы не заметили, — рассказывает доктор биологических наук В.Н.Сычев из Института медико-биологических проблем. — Были некоторые отклонения в числе погибших икринок или яиц, однако это может быть связано не с невесомостью, а с облучением или вибрацией во время полета. Влияние же самой невесомости прояви-

ФОРУМ ОРГАНИЗУЕТСЯ ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



Правительства
Российской Федерации



Правительства
Москвы

ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
МЕНЯЮТ МИР

BT XXI
2007

23-26 апреля 2007 г.

Москва,
ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР»

www.VT21.ru



МОСКВА - 2007

VIII Международный форум **ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ** HIGH TECHNOLOGY OF **XXI** **ВЕКА**

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «ВТ XXI-2007»

Специализированные салоны:

- «Нанотехнологии»
- «Технопарк»
- «Hi-Tech-Наука»
- «Криогенные технологии»
- «Hi-Tech-Медицина»
- «Высокотехнологичные
товары народного потребления»
- «IT-технологии»
- «Композиционные материалы и сплавы»
- «Наукоград»

Специализированные выставки:

- 2-я Международная выставка «Океан-2007»
- 1-я Международная выставка
«Сертификация и технические регламенты-2007»
- 1-я Международная выставка «Энергия-2007»

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА:

- Международная конференция
- Конкурсная программа
- Бизнес-клуб
- Презентации

Организаторы:

Министерство промышленности и энергетики РФ
Департамент науки и промышленной политики города Москвы
ЗАО «Экспоцентр»



По вопросу участия в мероприятиях Форума обращайтесь:
ООО «ЭКСПО-ЭКОС»

117209, Москва, ул. Зюбинская, д. 6, корп. 2
Тел.: (495) 332-3595, 331-0501, 331-2333. Факс: (495) 331-0511, 331-0900
E-mail: vt21@vt21.ru; arena@vt21.ru. <http://www.vt21.ru>; www.expococos.com