



ХЖ

Химия
и жизнь

2

2000





無養棘人本意營二錢
等目此是東方向太陽的一枝
民國五週年紀念 張開時年



2
2000

Химия и жизнь — XXI век
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

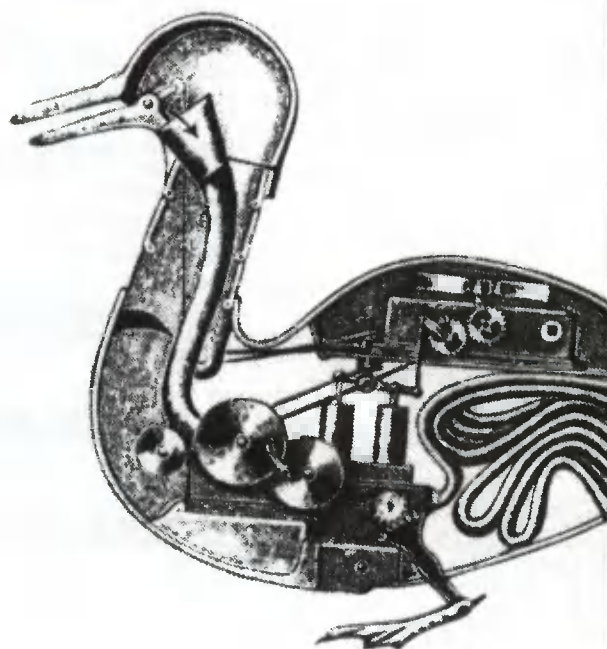
*Точно знают,
только когда мало знают:
вместе со знанием
растет сомнение.*

И.В.Гете



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
к статье «Я вижу сны — значит,
я существую»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ —
картина Юй Фэй-Аня «Птицы весной
на абрикосовой ветке». Изумительны
природные цвета, не правда ли?
Можно ли позаимствовать у природы
ее краски? О том, как человек научился
это делать, читайте в статье
«Такие естественные цвета»*





СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:
 Компания «РОСПРОМ»
 М.Ю.Додонов
 Московский Комитет образования
 А.Л.Семенов, В.А.Носкин
 Институт новых технологий
 образования
 Е.И.Булин-Соколова
 Компания «Химия и жизнь»
 Л.Н.Стрельникова

Зарегистрирован
 в Комитете РФ по печати
 17 мая 1996 г., рег.№ 014823

Издатель:
 Компания «Химия и жизнь»
 Генеральный директор
 В.И.Егудин

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:
 Главный редактор
 Л.Н.Стрельникова
 Главный художник
 А.В.Астрин
 Ответственный секретарь
 Н.Д.Соколов

Зав. редакцией
 Е.А.Горина

Редакторы и обозреватели
 Б.А.Альтшулер, В.С.Артамонова,
 Л.А.Ашкинази, Л.И.Верховский,
 В.Е.Жвирблис, Ю.И.Зварич,
 Е.В.Клещенко, С.М.Комаров,
 М.Б.Литвинов, С.А.Петухов,
 О.В.Рындина, В.К.Черникова

Производство
 Т.М.Макарова
Служба информации
 В.В.Благутина

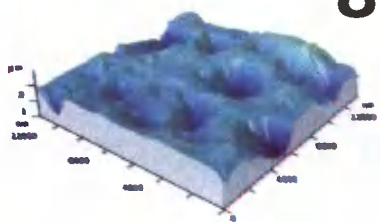
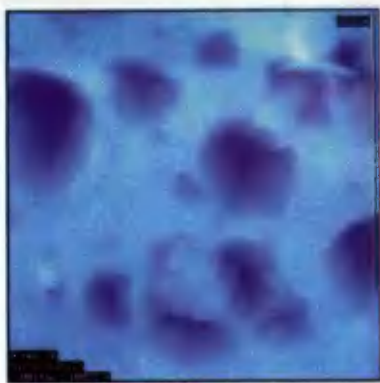
Подписано в печать 20.01.2000
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»
 Адрес редакции
 107005 Москва, Лесфортовский пер., 8.

Телефон для справок:
 267-54-18,
 e-mail: chelife@glas.apc.org
 (адрес предоставлен ИКС «ГласСеть»)
 Ищите нас в Интернет по адресам:
<http://www.chem.msu.su:8081/rus/journals/chemlife/welcome.html>;
<http://www.aha.ru/~hj/>;
<http://www.informnauka.ru>

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

Подписные индексы:
 в каталоге «Роспечать» — 72231 и 72232
 в каталоге ФСПС — 88763 и 88764

© Компания «Химия и жизнь»



8

Химия и жизнь — XXI век

Пару лет назад об экологически чистой химии на основе сверхкритических флюидов рассуждали теоретически. Сейчас это направление, в котором нет вредных растворителей и отходов, переживает настоящий бум.

16

Оксид азота — очень важное вещество для нашего организма. Но, как всегда, все дело в концентрациях: крыса с повышенным содержанием оксида азота в мозгу — это тревожное, излишне суетливое существо, с плохой памятью и слабыми болевыми ощущениями.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

С.М.Комаров
 КЮВЕТА СО СВЕРХКРИТИЧЕСКИМ ФЛЮИДОМ 8
А.А.Каменский, К.В.Савельева
 ИЗБЫТОК NO — РАБОТЕ МОЗГА ПОМЕХА 16

БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

В.Б.Прозоровский
 ЛАУРЕАТЫ И ВИАГРА 19

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Е.Клещенко
 В МАСТЕРСКОЙ СЛЕПОГО ЧАСОВЩИКА 22
В.М.Ковальзон
 «Я ВИЖУ СНЫ — ЗНАЧИТ, Я СУЩЕСТВУЮ!» 24

КЛАССИКА НАУКИ

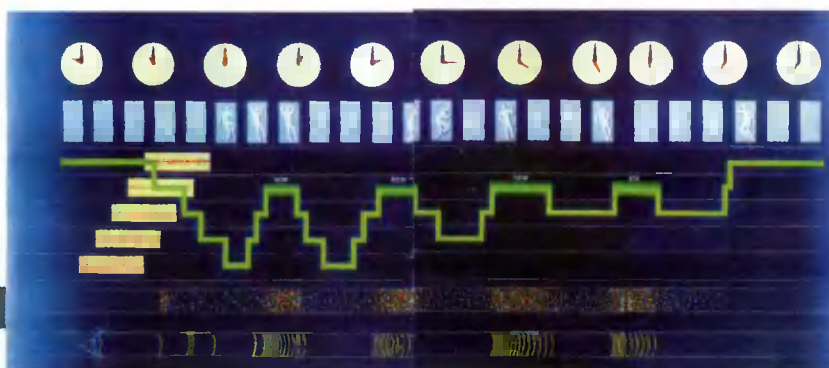
М.Левицкий
 ХИМИЯ КАК ИСКУССТВО 32

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Н.Л.Резник
 ТАКИЕ ЕСТЕСТВЕННЫЕ ЦВЕТА 36

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Т.А.Бек
 ЮНОСТЬ МОРЯ 41



Кошка, демонстрирующая свои сновидения... Это не фантастика, а экспериментальный факт. От познания тайн сна до создания безвредных лекарств — такова эволюция науки о сне.

46

Все цветы, которые мы выращиваем на подоконниках или в оранжереях (кливии, пеларгонии, нефролеписы, гиппеаструмы), в Австралии растут сами, не нуждаясь в поливе, удобрениях и прочем уходе.



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

Г.Г.Оганезова

СТРАНА НЕСОРВАННЫХ ЦВЕТОВ 46

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Л.А.Ашкинази

ФИЗИКА — НАСТОЯЩАЯ И НЕНАСТОЯЩАЯ 56

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Е.П.Калязин

ЭНЕРГИЯ ЗАБЛУЖДЕНИЯ 60

ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Елена Клещенко

ЛИШНИЙ ЧАС 62

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С.Алексеев

КАК УВИДЕТЬ БУРЮ 72

ИНФОРМНАУКА 4

ПРАКТИКА 13

НОВОСТИ НАУКИ 14

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ 30

КОНСУЛЬТАЦИИ 50

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ 52

ИНФОРМАЦИЯ 68

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

ПИШУТ, ЧТО... 70

ПЕРЕПИСКА 72

В номере

19

БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Виagra — это вам не шуточки. Чтобы объяснить, как она действует на мужской организм, нужно рассказать не об одной, а как минимум о шести Нобелевских премиях! Еще одно доказательство того, что в современном мире без участия высокой науки не происходит ничего.

32

КЛАССИКА НАУКИ

Химия очень эффектная и яркая наука. Но в ней есть красота не только внешняя, но и внутренняя. Она — в изяществе того или иного синтеза, в необычных свойствах веществ.

36

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Главный поставщик пурпура — брюхоногий моллюск иглянка. Чтобы получить только один грамм красящего вещества, необходимо достать с морского дна и обработать около восьми с половиной тысяч улиток!

50

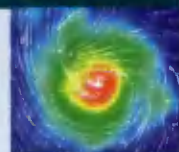
КОНСУЛЬТАЦИИ

О том, на каких лыжах лучше прогуляться по лесу и чем их предварительно смазать, а также о пчелином хлебе.

72

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

А в это время у берегов Антарктиды, как это и бывает суровой южной зимой, бушевали ураганы





Собаки помогают изучать диких зверей

Сотрудник лаборатории проблем химической коммуникации ИЭМЖ им. А.Н.Северцова, кандидат биологических наук Виктория Ивановна Крутова разработала уникальный метод оценки индивидуальных запахов диких животных — запахи распознают специально обученные собаки.

Собака — единственное домашнее животное, обоняние которого человек научился использовать в своих целях: на охоте, в спасательных операциях, в полиции. Авторы метода предлагают использовать обоняние собак для изучения экологии и поведения диких животных и их охраны.

Традиционно российская зоологическая школа использует тропление — изучает отпечатки лап и следы жизнедеятельности зверей, но этот метод не всегда позволяет распознать конкретного зверя. Ошейники с радиопередатчиками позволяют следить за конкретным животным в труднодоступных местах. Однако чтобы надеть радиометку, животное надо поймать и обездвигнуть. А это неизбежно провоцирует у него стресс.

Стремление найти более гуманные решения, которые обеспечат права животных на невмешательство в их жизнь, привело к созданию принципиально новой методики.

Традиционное тропление использует только видимую часть информации, которая содержится в следах зверей. Сами животные извлекают из таких сигналов гораздо больше сведений, поскольку используют обоняние. Естественной меткой любого живого существа служит его запах. Он обусловлен генетически, постоянен и присутствует во всех следах жизнедеятельности, позволяет узнавать конкретную особь в течение всей ее жизни. Человеку такая информация недоступна. Ведь звериные запахи представляют собой сложнейшие смеси, распознавание которых современными физико-химическими методами — титанический труд. Поэтому и по сей день нет технического решения этой задачи. А вот нос не только диких, но и домашних животных легко справляется с анализом запахов. Наиболее подходящая порода собак для такой работы — голландские шпицы кеесхонды. У них хорошее обоняние, крепкое здоровье, они прекрасно дрессируются, старательны и выносливы в работе.

Проводимые в течение пятнадцати лет исследования показывают: собаки могут различать не только индивидуальные, но и половые, видовые, запахи физиологических состояний. Необходимые для идентификации образцы можно получать из самых разных следов жизнедеятельности — практически любая оставленная зверем метка несет пахучую информацию

о нем. Теперь стало возможным получать сведения о животном, не вступая в контакт с ним, а используя только естественные для зверя сигналы. Наконец, этот метод более экономичен, чем применение технических средств.

Ученые научились собирать в дикой природе индивидуальные запахи зверей, доставлять их в лабораторию, консервировать и сохранять в течение нескольких лет. Обученная по специальным методикам собака может идентифицировать звериные запахи, «прочитать» и «перевести» для исследователя закодированные в запаховом сигнале сообщения. Установив, что группа образцов запахов принадлежит одному и тому же индивиду, и отметив на карте места сбора этих образцов, можно точно обрисовать место, где обитает данный зверь.

Таким способом ученые провели учеты численности тигров в заповедниках Приморского края, изучили распределение и перемещение волков и медведей в некоторых районах Центральной России, составили банк запахов крупных хищников, обитающих в данных регионах. Кинологическая идентификация запахов диких животных — метод XXI века. Он потребует от людей бережного отношения к дикой природе, бесконтактного, щадящего изучения окружающего мира. Границы применения метода еще не очерчены окончательно, но его перспективы очевидны.

Как произошли однополые ящерицы

В 1958 году Илья Сергеевич Даревский из Зоологического института РАН (ныне член-корреспондент РАН) обнаружил на Кавказе популяцию скальных ящериц, которые практически лишены самцов и размножаются без их участия. И.С.Даревский и его сотрудники все эти годы продолжали изучать однополых ящериц и недавно установили их происхождение.

Способ размножения, при котором новый организм развивается из неоплодотворенной яйцеклетки, называется партеногенезом. Этот термин переводится как девственное размножение (от греческо-





го слова «партенос» — девственница). Партогенез давно описан у дафний, пчел, тлей и некоторых других членистоногих, у всех этих видов есть самцы, и партеногенез соседствует у них с нормальным половым процессом. Поэтому открытие бессамцовых ящериц стало сенсацией.

Ящерицы, о которых идет речь, широко распространены на Кавказе. На всей этой территории, кроме разве что ледников Главного Кавказского хребта, едва ли отыщется ущелье или камень, где бы не встречались эти небольшие юркие пресмыкающиеся. В пределах своего обширного ареала они образуют много видов, из них которых размножаются традиционным путем, иные же однополы, причем партеногенетические ящерицы внешне очень схожи со своими двуполыми родственниками.

Изучив видоспецифичные белки, некоторую последовательности ДНК и морфологию хромосом двуполых и партеногенетических видов, ученые пришли к выводу, что однополые ящерицы — результат скрещивания представителей разных двуполых видов, населяющих общую территорию. Межвидовые скрещивания у этих ящериц, очевидно, приводят к возникновению мутаций, в результате которых яйцеклетки могут нормально развиваться без оплодотворения. Из партеногенетических яиц выводятся только самочки — абсолютные копии матери. Однополые скальные ящерицы очень многочисленны, поскольку все особи в популяции — самки и каждая приносит потомство. У обыкновенных же видов около половины поголовья составляют не приносящие потомства самцы.

Партеногенетическое размножение способствует не только высоким темпам размножения, но и «душевному равновесию» ящериц. В то время как в популяциях двуполых видов наблюдаются необычайная суета и оживление, вызванные дерущимися друг с другом и преследующими самок самцами, партеногенетические самки мирно греются на солнышке бок о бок.

Однако бессамцовые ящерицы — не мужененавистницы; они могут спариваться с самцами двуполых видов, занимающих ту же территорию, и их потомство порой составляет до 10–20% процентов всех особей в смешанной популяции. Гибридные ящерицы могут быть обоих полов, но самки лишены яичников и полностью стерильны. Плодовитость самцов очень низкая, ее оценивали по количеству жизнеспособных сперматозоидов в семенниках. Теоретически гибридные самцы могут скрещиваться как с обычными, так и партеногенетическими самками. Реали-

зуют ли они эту возможность и если да, то к каким результатам это приводит, ученые еще предстоит выяснить.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований.

Зоологический институт РАН,
Санкт-Петербург, тел.(812)32809711,
darevsky@herpet.zin.ras.spb.ru

В Америке делают фенол по российской технологии

Научная группа под руководством профессора Г.И.Панова из новосибирского Института катализа им. Г.К.Борескова разработала метод переработки промышленных отходов (закиси азота) в ценное химическое сырье.

Накопление отходов технической деятельности человечества — одна из серьезных проблем, с которой мы входим в третье тысячелетие. Теперь уже ясно, что, просто удалив отходы из зоны непосредственного контакта с человеком, мы не нейтрализуем их вредного воздействия. Единственное технологическое решение — это создание так называемых сопряженных технологий, при которых отходы одного производства будут использовать как материал для другого.

Пример такой сопряженной технологии уже есть. Научная группа под руководством профессора Г.И.Панова из новосибирского Института катализа им. Г.К.Борескова разработала метод использования закиси азота — отхода производства адипиновой кислоты, которую широко применяют в промышленности для изготовления нейлона-6,6. Закись азота в атмосфере разрушает озоновый слой Земли и усиливает парниковый эффект. Обычно закись азота сжигают в атмосфере метана.

Группа Г.И.Панова сделала каталитическую систему на основе железосодержащих цеолитов. На поверхности цеолитов закись азота расщепляется на элементы. Благодаря каталитическим свойствам железа, входящего в состав цеолитов, молекулярный кислород, высвободившийся из закиси азота, превращается в активный атомарный кислород. Таким образом, закись азота в присутствии цеолитов становится уникальным окислителем. Активный кис-

лород успешно окисляет устойчивые к окислению метан и бензол в метиловый спирт и фенол соответственно. А они, в свою очередь, служат основой для производства множества полимеров, пластмасс и синтетических смол.

С помощью этой разработки Института катализа сегодня получают фенол каталитическим окислением бензола: пилотный реактор на заводе крупнейшей американской кампании по производству нейлона-6,6 «Solutia Inc» (USA, Florida, Pensacola) дает 0,4 кг фенола в час на 1 кг катализатора. Причем реакция окисления бензола закисью азота в присутствии цеолитов идет с высокой селективностью: количество побочных продуктов окисления незначительно. В очередной раз российские мозги помогают человечеству решать проблемы, но, увы, за пределами России.

Новосибирск, Институт катализа им. Г.К.Борескова,
тел.(3832)34-44-52,
panov@catalysis.nsk.su

История одного кургана

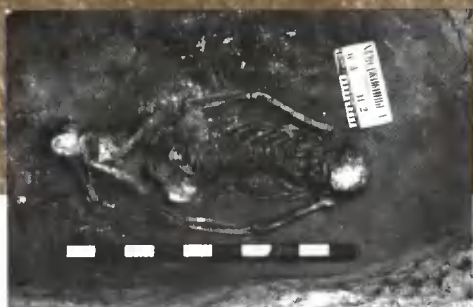
Историки долгое время считали, что кочевничество в Южно-русских степях зародилось в раннем железном веке, начиная со скифов и сарматов, описанных еще Геродотом. Однако археологи, которые ведут раскопки на юге России, выяснили, что освоение степей и переход к полукочевому хозяйству началось на две тысячи лет раньше, еще в бронзовом веке.

Успех кочевого хозяйства зависит от правильного использования пастбищ. Оказалось, что уже в бронзовом веке племена, обитавшие в степях между Доном и Волгой, освоили пастушество и перешли к подвижному образу жизни. Кочевники передвигаются вместе со всем имуществом и животными по степи в зависимости от времени года и этим отличаются от охотников и земледельцев.

Сотрудник отдела археологии Государственного исторического музея (ГИМ) кандидат исторических наук Н.И.Шишлина в течение нескольких лет работала над реконструкцией сезонного хозяйственного цикла древних кочевников. Для этой цели она привлекла специалистов из различных областей науки: палеогеографов, палеозоологов, этнографов, которые обрабатывали археологический материал, полученный при раскопках курганов брон-

Общий вид на курган

Вторая могила под курганом — захоронение пятнадцатилетней женщины, принесенной в жертву



Погребение 2 — основное
Первая могила, найденная под курганом. Погребение сделано осенью



зового века Калмыкии. Результаты работы превзошли самые смелые ожидания: удалось определить время года совершения большинства захоронений и выделить летние и зимние пастбища древних пастухов.

Курган — это земляной холм, который насыпали над могилой умершего сородича. Из четырех курганных могильников, расположенных в Ики-Бурульском районе Республики Калмыкия, археологи выбрали для анализа образцы древней погребенной почвы и грунта, кости и зубы животных, фрагменты скорлупы птичьих яиц.

Споро-пыльцевой анализ почв провела почвовед А.А.Гольева из института Географии РАН. Принято считать, что если погребение не разрушено, то древняя почва и грунт сохраняют пыльцу растений, цветущих во время сооружения кургана. Род растений определяют по размерам и форме пыльцы. Каждое растение цветет в определенное время года, выделяя большое количество пыльцы, то есть в зависимости от времени года в почве будет преобладать (или отсутствовать) пыльца тех или иных растений. Под насыпью кургана сохраняются участки древней дневной поверхности, откуда и берутся образцы для анализа. Весьма информативными А.А.Гольева считает дно и стены могильной ямы, а также грунт под черепом умершего, поскольку эти участки часто содержат большое количество пыльцы и других частей растений. Вероятно, дно и стены ямы выстланы циновками и подстилками, а под голову клали «подушку» из цветущих трав.

Хорошие результаты археологи получили с помощью метода определения сезона по зубам животных. Так, в одном

из курганов нашли зубы корсака (мелкого пушного зверька). Палеозоолог И.В.Кириллова (ГИМ) определила, что зубы принадлежали молодому животному, у которого еще не сформировались верхние клыки. Это указывает на конец осени — начало зимы. Тот же сезон получился у Г.А.Клевезаль (Институт проблем эволюции и экологии им. А.Н.Северцова) при анализе дентина и цемента зуба. Этот метод часто используют в последнее время для определения сезона захоронений. Он основан на наличии годовых слоев в зубах (в дентине или цементе) практически всех млекопитающих. Слои активного (весна—лето) и замедленного (поздняя осень—зима) роста зубов чередуются. У взрослых копытных или хищных используют годовые слои в цементе разных частей корня зуба. У молодых хищных на первом году жизни образуются суточные слои: широкие весной и летом, узкие осенью и зимой.

Вот как Н.И.Шишлина представляет себе историю сооружения одного из исследованных курганов. Ранней весной люди выкопали могилу (на это время года указывает отсутствие пыльцы) и похоронили человека, рядом жгли костер, чтобы оттаяла земля. Костровище долго стояло открытым: в нем поселились почвенные животные, мухи успели вывести личинки. Оно не было засыпано до апреля — мая, о чем свидетельствует пыльца вяза и тополя. Яму перекрыли бревнами граба и вяза, а с участка вокруг нее сняли дерн и выровняли поверхность. Только к лету недалеко от могилы совершили человеческое жертвоприношение: убили пятнадцатилетнюю

женщину. Под ее головой была «подушка» из цветущих трав (полынь, розы, гвоздики). После этого над обеими могилами насыпали невысокий, до 1 м, курган, который досыпали уже зимой (определено по зубам корсака).

По словам Н.И.Шишлиной, в работе использованы самые современные методы определения сезона совершения захоронения. Полученные с их помощью результаты уникальны. Сопоставление всех полученных результатов дало археологам основание для масштабной реконструкции жизни древних кочевников в разные времена года, которая, однако, еще полностью не завершена.

Москва, Государственный исторический музей, отдел археологических памятников, тел 924-39-05, факс 292-47-35, lila-m@postman.ru

Зубры вырождаются

Сегодня в мире насчитывается около трех тысяч зубров, из которых почти две тысячи живут на воле в заповедниках России, Польши, Белоруссии и Украины. Чтобы восстановить и поддержать их поголовье, во многих странах созданы питомники, есть зубры и в зоопарках. И хотя численность зубров продолжает расти, ученые говорят о вырождении и грядущем вымирании, которое связано с последствиями близкородственных скрещиваний между ними. Почему это произошло?

Зубры, великолепные животные до трех метров длиной и до 900 кг весом, когда-то часто встречались в лесах Европы. На



них беспощадно охотились, и люди спохватились только к началу XX века, когда зубров почти полностью истребили. Все нынешние зубры — потомки всего лишь одиннадцати уцелевших тогда особей, которые, конечно, не обладали всем разнообразием признаков, присущим целому виду. Поэтому генетическое разнообразие нынешних зубров невелико, а это и может привести к вырождению вида. Но десятки лет назад никто об этом не думал — важно было восстановить поголовье, увеличив его хотя бы до 1500 — 2000 особей, что должно было обеспечить нормальное существование популяции.

К сожалению, 2000 вольных зубров живут не единым стадом, а мелкими изолированными группами по 20 — 50 особей. Животные в этих группах — близкие родственники, а последствия родственных скрещиваний давно известны: зубры становятся менее жизнеспособными, у них появляются признаки вырождения. Скажем, в Надворнянском стаде (Украина) и в Беловежской популяции самцы страдают гнойными заболеваниями половых органов; белорусские зубры стали мельче, чем их предки в начале века.

Животным из маленьких изолированных групп труднее приспособиться к изменяющимся условиям среды. Если их численность резко уменьшится (например, в результате эпидемии) или внезапно изменятся условия существования, группа может не выжить. Ситуация усугубляется еще и тем, что даже так называемые вольные зубры уже почти домашние: все они на учете, их подкармливают и создают благоприятные условия для размножения. Такая жизнь не подходит для отбора наиболее приспособленных особей: зубры с неблагоприятными признаками остаются жить и плодят себе подобных.

Исследователи утверждают, что ситуацию еще можно поправить. Для этого необходимо изменить стратегию восстановления зубра. Надо перейти от простого наращивания численности стада к продуманному скрещиванию с учетом родословных и генетического разнообразия родителей, используя для этого животных из разных популяций, питомников и зоопарков. В противном случае зубры если и не вымрут, то постепенно превратятся в полностью зависимых от человека животных, ничем не напоминающих прежних властелинов чащи.

Работа выполнена в рамках подпрограммы «Биоразнообразие».

Автор исследования — Виктор Николаевич Орлов, профессор, зав. лаб. микроэволюции и доместики Института проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН, тел. 135-98-65, sevin@glas.apc.org

Десятый Менделеевский конкурс

В декабре на Химическом факультете МГУ им. М.В.Ломоносова завершился традиционный, уже десятый, Менделеевский конкурс научно-исследовательских работ студентов-химиков, который проводят Ассоциация по химическому образованию и Химический факультет МГУ.

На конкурс поступило 48 работ от студентов вторых — четвертых курсов из 11 университетов Москвы, Красноярска, Новосибирска, Самары, Санкт-Петербурга, Твери, Тулы, Киева. Для участия во втором туре жюри отобрало 24 работы, авторы которых должны были сделать доклады и ответить на вопросы. Три самые лучшие работы жюри наградило дипломами первой степени.

Купров Илья Сергеевич

Купров Илья Сергеевич, студент 2-го курса факультета естественных наук Новосибирского государственного университета за исследование «Сtereoизомерные комплексы Pt(II) с валином»



Окунева Ирина Борисовна

Окунева Ирина Борисовна, студентка 3-го курса Химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова за работу «Влияние поликатиона на пассивный транспорт незаряженной формы доксорубицина через модельную липидную мембрану»



Домбровский Евгений Николаевич, студент 2-го курса Химического факультета МГУ им.М.В.Ломоносова за работу «Изучение взаимодействия в системе Na-Bi₂O₃-BiF₃ при 600 и 650 °C»

Домбровский Евгений Николаевич

Жюри с удовольствием отметило всех участников второго, финального, тура дипломами и грамотами, поскольку уровень представленных работ был чрезвычайно высок.

Ежегодный Менделеевский конкурс продолжается.

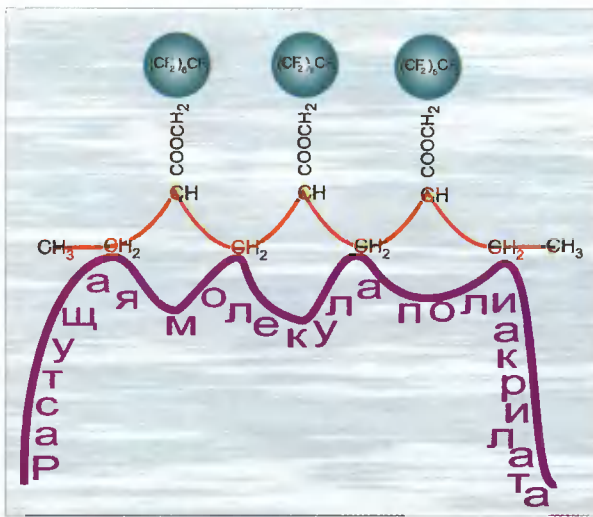
В нем могут принять участие студенты-химики второго — четвертого курса любого вуза России.

О том, как оформить заявку и работу на конкурс, вы можете узнать в Ассоциации по химическому образованию по телефону (095) 928-45-16.





3 Перфторированные поплавки удерживают растущую молекулу полиакрилата



мость во флюиде достигает десятков массовых процентов.

То, что перфторированные углеводороды растворяются в сверхкритическом CO_2 , сильно облегчает химикам синтез других полимеров, например акрилатов. Мономеры изначально растворимы во флюиде. Однако, едва зародившись, молекулы полимера норовят выпасть в осадок. Чтобы их подержать в растворе подольше и получить полимер с большой молекулярной массой, нужен «поплавок», которым и служит фторированный полимер (рис. 3). Он одним боком «зацепляется» за растущий полимер, а фтор-группами — за флюид, чем и обеспечивает всему комплексу растворимость.

Самое главное, что после завершения синтеза достаточно сбросить давление, и растворитель, углекислый газ, просто улетит в атмосферу. В такой схеме синтеза удастся избежать главной беды химической технологии — огромного количества растворителей, которые приходится удалять из готового продукта. Более того, сверхкритическим CO_2 можно очистить готовый продукт от остатков мономера и инициатора реакции — достаточно промыть получившийся полимер свежим флюидом. Благодаря высокой скорости диффузии очищает он легко и быстро.

Флюид внутри полимера

Если полимер нерастворим во флюиде, это нестрашно — он может набухнуть. В твердый полимер удастся вводить сверхкритический CO_2 в большом количестве — до 30 массовых процентов. А это дает выход на другую технологию — получение микропористых материалов. Полимер помещают в кювету, заполняют ее углекислым газом и повышают давление и температуру. При переходе в сверхкритическое состояние флюид пропитывает полимер, а затем при де-

компрессии быстро улетает, оставляя открытые поры (рис. 4). Так удастся заменить весьма вредные фреоны, которые применяют для создания пористых материалов.

Аналогично модифицируют поверхности полимеров. В этом случае вещество, растворенное во флюиде, вместе с ним проникает внутрь полимера. Например, английским ученым удалось на глубину 4 мм пропитать полиэтилен низкой плотности модельным веществом — карбонилем марганца. Ученые из нашего Института элементоорганических соединений поставили такой эксперимент. Они ввели в полиарилат комплексы меди, растворенные в сверхкритическом CO_2 , а потом, нагрев его, восстановили медь до металла. Получился нанокompозит, в три раза более устойчивый к истиранию, чем исходный полимер. Такая методика открывает путь к получению безыносных материалов. Если же восстанавливать металл не термически, а химически, можно сделать стойким к износу какой-нибудь нетермостойкий полимер, например полиэтилен.

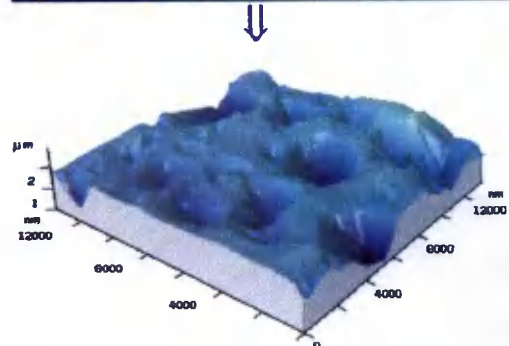
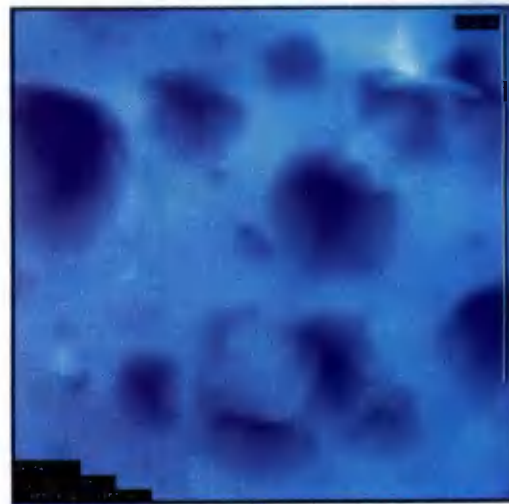
С помощью флюида в поверхностный слой полимера удастся вводить множество веществ — например, светостабилизаторы или красители. К сожалению, подавляющее большинство известных красителей для полимеров в сверхкритическом CO_2 малорастворимы. Но оптимизм исследователям придает тот факт, что при соприкосновении с полимером в него все-таки переходит большая часть растворенного во флюиде красителя. И уже подобрали два-три красителя, которые годятся для органического стекла.

Но наиболее интересно модифицировать поверхность самого массового полимера — полиэтилена. Само по себе это вещество неполярно и поэтому совершенно инертно. Чтобы оно могло взаимодействовать с красителем, клеем или стать смачиваемым, нужно ввести в его поверхностный

слой вещества с полярными группами, например $-\text{C}=\text{O}$, $-\text{NH}$, $-\text{S}=\text{O}$, что и предполагают делать с помощью сверхкритического флюида.

Очень интересная область использования этой технологии — создание лекарств с замедленным действием. Полимер погружают в раствор лекарства в сверхкритическом CO_2 , он набухает во флюиде, и в поверхностный слой легко проникают большие молекулы лекарства. Но после сброса давления CO_2 быстро улетит, а лекарство останется. У его молекул малый коэффициент диффузии, и они будут медленно выходить из полимера. Зная коэффициент диффузии, можно рассчитать дозу и сделать препарат с заданным временем действия.

4 Поры в полиэтилене после обработки сверхкритическим CO_2 (ИНЭОС РАН)



В полость из баллона поступает углекислый газ, а потом с помощью штурвала его сжимают до нужного давления



Очистка и синтез

Третье направление использования — всевозможная очистка. Раз сверхкритический CO_2 такой сильный растворитель, то почему бы ему не чистить грязную одежду? И не только ее. Еще в 70-е годы флюидом научились извлекать из растворов ионы тяжелых металлов.

В реактор с водой, в которой растворен в виде соли удаляемый металл, подают сверхкритический CO_2 . Но это не чистый флюид — в нем растворен какой-либо органический лиганд. Раствор и флюид перемешивают, ион металла соединяется с лигандом, образует комплекс и переходит в CO_2 . Потом флюид вытесняют, выводят по капилляру за пределы реактора, где давление падает. Углекислый газ улетает, и получается металлорганический комплекс в чистом виде, с которым можно работать дальше.

Таким способом можно извлекать металлы не только из жидкости, но и из твердого вещества. Во всяком случае, сейчас в Радиевом институте (Санкт-Петербург) создают технологию извлечения из чернобыльской земли зауроновых элементов.

CO_2 — инертный растворитель, поэтому в нем можно проводить и полимеризацию, и синтез каких-либо веществ. Но если добавить катализатор, то CO_2 станет реагентом. При этом резко снижается температура реакции и повышается ее скорость. Этим воспользовались японские химики, которые придумали технологию получения муравьиной кислоты в сверхкритическом флюиде.

Другое дело, которое по степени важности стоит на втором месте после безотходной химчистки, — нанесение красок. Сухой краситель растворяется в потоке сверхкритического CO_2 и вместе с ним вылетает из сопла пистолета. Углекислый газ сразу же улетает прочь, а краска оседает на поверхности. На такой метод, которым американцы собираются в самое ближайшее время красить автомобили, избавившись от вредных растворителей, уже получено немало патентов.

Есть и другие флюиды

Все технологии, связанные со сверхкритическим CO_2 , объединяет одно: в роли растворителя выступает газ, входящий в состав атмосферы нашей планеты. После использования он возвращается туда же, откуда пришел, не создавая при этом ни малейшего загрязнения. Таким образом, сверхкритический флюид из углекислого газа позволяет избежать загрязнения всеми теми, крайне неприятно пахнущими и вредными для всего живого веществами, которыми так славятся промышленный органический синтез и прочие химические производства. Но есть и другие флюиды. Наиболее интересные из них — ксенон и вода.

Вода представляет собой совершенно другой класс сверхкритических жидкостей. Если у углекислого и органических газов критические давления и температуры низкие, то вода становится флюидом при 374°C и 220 атм. Работать в этой области температур и давлений сложно, но зато такая вода растворяет почти все. Даже сапфировые окошки кювет мутнеют при длительном использовании.

Одно из важнейших применений сверхкритической воды — разложение. Если добавить в нее кислород, то почти все органические вещества за считанные минуты окисляются до безвредных простейших составляющих, вроде воды и углекислого газа. Реакция столь интенсивна, что в воде порой удается наблюдать пламя. Реакцию ускоряют и высокое давление, и способность воды вызывать гидролиз. Такая технология очень полезна для уничтожения сверхтоксичных веществ: компонентов химического оружия, для очистки сточных вод от всяческой органики.

Другой интересный флюид — ксенон, который переходит в сверхкритическое состояние при 17°C и давлении 57 атм. То есть это вещество не требует дополнительного нагрева, и исследовательские установки для него получаются совсем простыми. Он хорош также как совершенно инертный растворитель, и в этом качестве его применяют металлорганики. Сейчас изучение реакций в сверхкритическом ксеноне превратилось в целое направление.

Тем не менее углекислый газ все-таки самый дешевый, и, видимо, развитие сверхкритической технологии будет связано именно с ним. Во всяком случае, подавляющее большинство статей описывает работу именно в этом сверхкритическом флюиде. С ним связаны и 90% промышленных технологий. Например, на первом строящемся многотоннажном производстве по получению алифатических фторсодержащих полимеров компания «Дюпон» собирается применить именно CO_2 -технологии.

Лаборатория флюида

В московском Институте элементоорганических соединений РАН со сверхкритическими флюидами работают последние пять лет, приготавливая их в стальной кювете, способной выдерживать давление в 500 атм. Главная часть установки — компьютерная система управления. А механическая часть состоит из баллона с углекислым газом и полости для повышения давления, связанной стальными капиллярами с несколькими кюветами (рис. 5). Одна из них — научная (рис. 6). С ее помощью изучают физику сверхкритических жидкостей и отлаживают систему управления. Здесь стоят дат-



Но для промышленного использования больше подошел бы проточный реактор. Недавно на семинаре в Карповском институте профессор Мартин Полякофф из Ноттингемского университета (Англия) показывал проточный реактор, помещающийся в кармане пиджака. В его рабочем объеме можно получать по несколько килограмм вещества за смену.

Про историю флюида

Способность жидкости переходить в некое «сверхкритическое» состояние ученые обнаружили в 60-е годы XIX века. Во всяком случае, именно тогда барон Каньяр де ля Тур рассказал о таком «особом состоянии», а точку перехода доктор Эндриус назвал «критической точкой». Но прошло более ста лет, прежде чем сверхкритические флюиды попытались применить на практике. Сейчас эта технология развивается очень быстро.

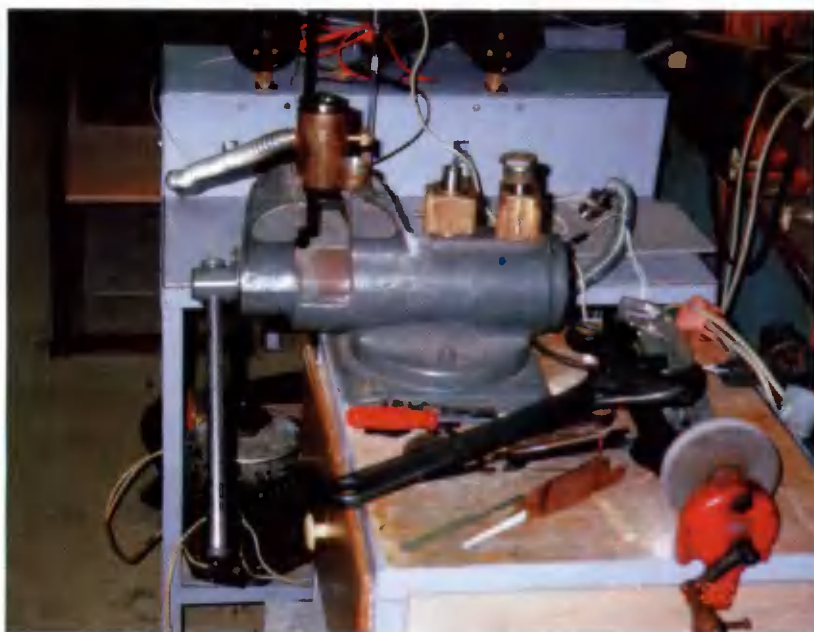
Еще пару лет назад об экологически чистой химии на основе сверхкритических флюидов рассуждали на языке теории. Однако уже в этом году на очередной двухгодичной конференции, которая состоится в апреле в Атланте, только из лаборатории лидера в области сверхкритической полимеризации Жозефа де Симоне (США) заявлено 24 доклада о научных и прикладных направлениях синтеза полимеров.

В нашей стране судьба сверхкритической технологии сложилась не просто, и сейчас мы сильно отстаем от западных коллег. В семидесятых годах сверхкритические флюиды использовали для решения проблем, связанных с ядерным оружием и очисткой радиоактивных веществ. Изучали их и минералоги, ведь в земной коре на глубине более километра вода находится в сверхкритическом состоянии. Чтобы понять, как идет в таких условиях формирование и растворение пород, в Институте экспериментальной минералогии (Черноголовка) строят экспериментальные модели со сверхкритической водой. Потом, когда совершенствование ядер-



6
Исследовательская установка

7
Латунные кюветы, в которых в лаборатории физической химии полимеров ИХЭОС РАН начинали создавать сверхкритическую технологию



чики давления, температуры, электрической проводимости, которая меняется при растворении вещества во флюиде. Есть и кварцевые микровесы, с их помощью изучают перераспределение веществ между флюидом и тонкой полимерной пленкой. Другая методика — расчет набухания пленки по дифракционной картинке.

Две рабочие кюветы объемом около 10 см³ сделаны из латуни (рис. 7)

или нержавеющей стали (рис. 6). В них проводят эксперименты по отработке сверхкритических технологий — полимеризации, модификации поверхностей, синтеза различных веществ и их очистке. Если же надо посмотреть на изменения реагентов в процессе реакции, то берут кювету с кварцевыми окошками, ставят ее в спектрофотометр и фиксируют изменения спектра.

ного оружие было сочтено неактуальным, большинство работ закрыли.

Второе дыхание эта технология в нашей стране обрела совсем недавно, что связано, видимо, с возросшим интересом к ней на Западе. Сейчас в Москве действует семинар и есть полтора десятка лабораторий, которые работают в этом направлении.

Технологиями, связанными со сверхкритическими жидкостями, в Институте элементоорганических соединений РАН занимаются ученые из лаборатории физической химии полимеров во главе с кандидатом химических наук

Эрнестом Ефимовичем Саид-Галиевым. Тел. (095)135-05-22, ernest@pmc.ineos.ac.ru.
Зав. лабораторией член-корреспондент РАН **Алексей Ремович Хохлов.** тел. (095)135-50-85.
А семинар можно найти по адресу www.iem.ac.ru/scf.



Сверхкритические технологии

С МИРУ ПО НИТКЕ

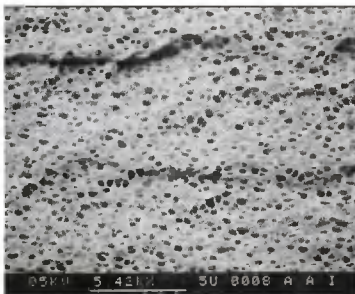
Канадская компания «УФЛ Фудс», продающая вещества, которые придают пищевым продуктам вкус и запах, с 1997 г. использует технологию со сверхкритическим CO_2 для экстракции этих веществ. Благодаря высокому давлению эта технология оказывается дешевле, чем традиционное выпаривание.

Сверхкритический флюид очень хорош как жидкая фаза для хроматографии. Он также охотно растворяет вещества, как и органические растворители, но у него меньше вязкость и поверхностное натяжение. Главное же, что для анализа можно использовать неизбирательный газовый детектор типа пламенного ионизационного.

В Химической школе при Британском университете Св. Андрея ученые разработали метод сохранения деревянных археологических объектов с помощью сверхкритического CO_2 . За многие века грибы и микробы уничтожают целлюлозу, и остается только хрупкий каркас из лигнина. После извлечения на белый свет каркас начинает окис-

сверхкритическим флюидом, удастся избежать и растрескивания, и окисления. Применяв эту методику для сохранения костей, ученые обнаружили еще одно преимущество — сверхкритический CO_2 превращает все кальциевые соли в карбонат кальция, убирая появившийся белый налет.

С 1992 г. американская компания «Селл технолоджиз», созданная при участии химиков из Массачусетского университета для продвижения научных разработок в промышленность, делает микропористые матери-



алы с помощью сверхкритического CO_2 . Они имеют 10^{13} пор на кубический сантиметр, суммарный объем которых может достигать 97%. Поры столь малы, что материал кажется монолитным. Применение этой технологии повышает жесткость деталей из поливинилхлорида в шесть раз, а стоимость производства снижает на 40%. Кроме того, появляется возможность получать микропористые волокна, пленки, а также сложные профили с помощью обычных термопласт-автоматов. До недавнего времени из пористых материалов ничего подобного делать не удавалось.

В компании «Фуджи флавор Ко» (подразделение «Джапан табак Инк.») сверхкритическую технологию применяют для экстракции из цветков, листьев и кор-

ней растений ароматных веществ, которые потом добавляют в табак.

В Институте природных источников энергии при Гавайском университете изучают возможность получения водорода с помощью сверхкритической воды из быстро растущих растений, например водорослей. А использовать его предполагают для водородной энергетики.

Ученые в Морском и технологическом центре (Япония) задались вопросом, а как же могут микроорганизмы жить в экстремальных условиях — в глубоких водах, да еще при высокой температуре? И решили изучить, как ведут себя в сверхкритической воде ферменты, мембраны, коллоиды, а также как идет синтез белков и нуклеиновых кислот. В ней все должно быть по-другому, так как в отличие от обычной воды сверхкритическая не обладает поверхностным натяжением, ее диэлектрическая постоянная в 10–20 раз меньше, а ведет она себя как полярный растворитель. Найти же такую воду в океане можно на большой глубине неподалеку от какого-нибудь подводного вулкана, где, собственно, и живут уникальные микроорганизмы.

В японском университете Тохоку методом кристаллизации в сверхкритическом флюиде делают микрокристаллы из титанилфталоцианина, обладающие одинаковой формой и размером в 50 мкм, которые, по мнению исследователей, пригодятся для изготовления органических фотопроводников.

В Тихоокеанской северо-западной лаборатории (США) разработали несколько типов молекулярных агрегатов, которые облегчают применение сверх-

критической технологии. Например, эмульсия капелек воды диаметром 5–10 нм в сверхкритическом CO_2 резко увеличивает его способность к растворению различных веществ, что можно применять для экстракции, чистки одежды, а также как новую среду для проведения химических реакций.



Пилотная установка для очистки этилового спирта с помощью сверхкритического CO_2

Главное, для чего служит сверхкритический CO_2 в пищевой промышленности, — это экстракция кофеина из зерен кофе. Другие вещества экстрагировать дорого: уж слишком мала растворимость различных липидов в CO_2 . Однако шведские ученые из Института пищи и биотехнологии при Гетеборгском университете научились извлекать липиды с помощью сверхкритического пропана. В нем же они изготавливают фосфолипиды, которые нужны и в пищевой, и в медицинской промышленности.

Дж. Хэй из Британского университета Суррея считает, что применение сверхкритического CO_2 способно вызвать революцию в обработке древесины, поскольку позволяет избежать испарения воды и снижает до минимума загрязнение окружающей среды убийственными для нее веществами, о чем он и рассказал на конференции «Дерево'98».



Сушка на воздухе

Сверхкритическая сушка

ляться кислородом воздуха, и объект разрушается окончательно. Чтобы прекратить этот процесс, нужно удалить всю воду, но тогда остатки дерева растрескаются. Заменяв воду

Практика

В Институте проблем технологии микроэлектроники и особо чистых веществ РАН придумали установку, в которой древесину сушат с помощью СВЧ-излучения. В ней доски прогреваются равномерно, вода испаряется из всего объема, древесина меньше коробится и растрескивается. Технология оказалась еще и экономичной, поскольку КПД преобразования электрической энергии в СВЧ превышает 60%.

Тел. (095)962-80-74, 962-80-47;
general@ipmt-hpm.ac.ru.

В Институте биохимической физики РАН подготовили промышленную технологию производства нитрозометилмочевины, которая уничтожает первичные опухоли в случаях рака кожи, мелкоклеточного рака легкого, а также метастазы в головном и спинном мозге.

Там же сконструировали бактерий для количественного экспресс-метода, с помощью которого можно за 4–6 часов с достоверностью 87% определять мутагенную активность химических соединений различных типов. Для этого смешивают бактерии, хромоген — вещество, которое позволяет по цвету различать мутировавших и немутировавших бактерий, возможный мутаген и меряют колориметром изменение окраски раствора.

Тел. (095)137-64-20, 939-74-39,
939-73-68.

В Государственном предприятии НИИ «Полус» с разрешения Департамента ветеринарии Минсельхозпрода РФ делают лазерный аппарат для ветеринаров. Размером с карманный фонарик, он работает от батарейки и помогает лечить животных от мастита, гнойных ран, ожогов и прочих болезней, которые принято лечить лазерным светом.

Тел. (095)333-92-93, 333-01-77,
426-92-81.

В Российском университете дружбы народов разработали био- и фитосорбенты тяжелых металлов. Их получают из таких отходов, как отруби, свекловичный жом, солодовые ростки, образующиеся после приготовления пива, биомасса грибов, остающаяся от производства ферментов, и многих других. Как показали испытания, один грамм сорбента способен поглощать до 220 мг цезия, 280 мг стронция, 340 мг ртути или 800–820 мг урана и плутония. А при сжигании от них остается раз в 300 меньше золы, чем от известных сорбентов.

Тел. (095)954-12-71, 433-51-26.

В ОАО «НПО Стеклопластик» делают очень прочные и жесткие стеклянные волокна. А применяют их как армирующий материал различных композитов, которые служат для изготовления самолетов, автомобилей, судов, газовых баллонов и спортивного инвентаря.

Тел. (095)531-18-49, 531-18-39,
530-80-86.

Когда у человека нарушен обмен кальция, у него могут появляться камни в почках, возникает остеохондроз, кости становятся хрупкими, развивается бронхиальная астма. Чтобы регулировать обмен кальция, как правило, применяют препараты с динатриевыми солями 1-гидроксипропан-2-илдифосфоновой кислоты. А ученые из ГНИИ «ИРЕА» делают препарат ксидифон на основе калий-натриевой соли той же кислоты. Как показали клинические испытания, содержащиеся в нем ионы калия способствуют усилению терапевтического эффекта.

Тел. (095)963-74-44,
телетайп 417353 БАТУТ.

В ОАО «НИИПМ им.Г.С.Петрова» стали делать разноцветную ленту из полиэтилена шириной 100–250 мм

и толщиной около 2 мм, которой можно огораживать грядки, газоны, клумбы и различные ямы.

Тел. (095)273-85-61, 273-73-67.

В НПО «Суперпласт» из термопластов и магнитного порошка изготавливают магнитопласты. Из них можно делать магниты, валы, шестеренки, а также тонкостенные объемные легкие изделия сложной формы, которые нельзя получить никаким другим способом.

Тел. (095)273-73-53, 273-85-01.

В нижегородском ЦНИИ «Буревестник» изготовили, а в ГНЦ «ГосНИИ-ОХТ» запустили в эксплуатацию полупромышленную установку по извлечению особо ценных веществ с помощью сверхкритических жидкостей (объем экстрактора 10 л, рабочее давление до 400 атм.).

Тел. (095)273-23-70.

Чтобы делать качественное молоко, нужно знать, сколько белка и жира содержит сырье, поступающее на молочный завод. Инженеры с кафедры технологии производства приборов и систем управления летательных аппаратов РГТУ им.К.Э.Циолковского разработали оптический прибор, который проводит анализ за 30 секунд, работает не хуже немецкого аналога, а стоит значительно дешевле.

Тел. (095)915-27-28.

В ООО «ЛИМЕД НТЦ» решили использовать способность луча света распространяться прямолинейно для проверки горизонтальности протяженных поверхностей, добавив красный полупроводниковый лазер к обычному строительному уровню. Луч лазера, выходя из боковой поверхности уровня, проецируется строго горизонтально в хорошо заметную красную точку.

Компьютеры: поколения next

Одно из «семи чудес света» нашего времени — микроэлектроника. Характеристики чипов быстро улучшаются, а вместе с ними сменяются поколения компьютеров. Если 30 лет назад чипы имели 1 килобит памяти и тактовую частоту 750 кГц, то сейчас в персональных компьютерах уже достигли 64 мегабит и 600 МГц. Американский специалист Г. Мур еще в 1965 г. предсказал, что число логических элементов в кристалле из-за увеличения размеров интегральных схем и миниатюризации самих элементов будет возрастать каждые три года в четыре раза. И вплоть до настоящего момента этот прогноз достаточно хорошо сбывался. Ясно, однако, что рано или поздно подобная монотонность все же должна нарушиться, и вот теперь предел роста стал четко виден.

Основной элемент интегральных схем — полевой транзистор, который позволяет работать на сверхвысоких частотах. В таком транзисторе током в канале, соединяющем два основных электрода, управляет третий электрод (затвор), который отделен от канала слоем из двуокиси кремния. SiO_2 — почти идеальный изолятор, из которого можно делать пленку без дефектов. Сейчас толщина пленки около 3 нм, но ее стремятся еще уменьшить — ведь чем она тоньше, тем выше чувствительность к управляющему напряжению на затворе и, значит, меньше тепловыделение, ограничивающее дальнейшую миниатюризацию.

Согласно расчетам, к 2012 г. толщину изолятора доведут до 1 нм (4–5 атомов Si в пленке из SiO_2). А в лаборатории фирмы «Lucent Technologies» изучали электронные свойства сверхтонких оксидных пленок и выясни-

ли, что эта толщина станет критической — дальнейшее ее уменьшение неминуемо приведет к пробое диэлектрика. Итак, впереди замаячило фундаментальное ограничение, преодолеть которое никакими ухищрениями уже не удастся (D.A. Muller et al., «Nature», 1999, v.399, p.758).

Конечно, достижение такого физического предела означает не конец прогресса вычислительной техники, а необходимость поиска новых путей — «исторические повороты происходят в тупиках» (Б.Брехт). Это прежде всего хранение и обработка информации на молекулярном уровне, чем будет заниматься новая наука «хемионика» (термин основателя супрамолекулярной химии Жана-Мари Лена).

Хорошим примером молекулярного подхода служит исследование, проведенное в Университете Лос-Анджелеса и фирме «Хьюлетт—Паккард». Понятно, что с увеличением плотности элементов все труднее обеспечивать правильные соединения проводов, а одна ошибка может привести в негодность всю схему. Возникла идея формировать контакты не внешними воздействиями, а как бы изнутри — примерно так же, как в мозгу при обучении образуются синаптические связи между нейронами. Для этого решили сначала получить просто решетку из двух плоских пучков проводов, перпендикулярных друг другу, а затем с помощью подаваемых по отдельным проводам сигналов обеспечить нужные соединения между ними.

Пока обрабатывают принципы этой, как полагают, очень перспективной технологии. На кремниевую подложку обычным литографическим способом нанесли четыре алюминиевых провода (каждый толщиной в микрометры), затем покрыли всю поверхность (вместе с проводками) мономолекулярным слоем из специального соединения ротаксана

(в нем колечко надето на линейную цепь). А поверх этого слоя перпендикулярно нижним проводам пустили еще один провод. В исходном состоянии электроны способны туннелировать через монослой молекул, обеспечивая электрические соединения нижних и верхнего проводов. Если же подать по двум перпендикулярно идущим проводам небольшой управляющий потенциал, то в месте их пересечения ротаксановые молекулы изменят свои электронные состояния и монослой станет там изолятором (при нормальной работе схемы используют потенциал другой полярности). К сожалению, пока такие внутримолекулярные переходы необратимы, и сейчас ищут молекулы, которые были бы лишены этого недостатка.

Значит, соединения проводов можно формировать, подавая в нужные места управляющие сигналы. Кроме того, уже показано, что благодаря нелинейности вольт-амперных характеристик полученных контактов на них можно строить схемы, реализующие логические функции И и ИЛИ. Теперь исследователи хотят применить в качестве проводов углеродные нанотрубки, диаметр которых может быть всего 1 нм; возможно, в дело пойдут и молекулы ДНК, поскольку в последнее время появляется все больше данных об их хорошей электрической проводимости (C.P. Collier et al., «Science», 1999, v.285, p.391).

Звучащий гелий

Y. Li et al., «Nature», 1999, v.400, p.43

Если плоскополяризованный свет распространяется в веществе вдоль постоянного магнитного поля, то проис-



ходит вращение плоскости поляризации; это магнитооптическое явление открыл в 1845 г. М.Фарадей (эффект Фарадея). А в 1957 г. Л.Д.Ландау, разрабатывая теорию сверхтекучести, предсказал, что аналогичное изменение поляризации, но уже не световой, а звуковой волны должно происходить в помещенном в магнитное поле сверхтекучем гелии-3.

В эффекте Фарадея важно, что электромагнитные волны поперечны. Что же касается акустических волн, то они, как мы знаем, в твердых телах могут быть и продольными, и поперечными, а вот в жидкостях и газах возникают только продольные волны (поскольку в этих средах нет упругих сил, возвращающих частицы в исходные положения при их боковых сдвигах). Однако сверхтекучий гелий — это не обычная, а квантовая жидкость, в которой атомы взаимосвязаны. Из-за этого, по Ландау, в такой среде должны появиться упругие силы, и, значит, возможны поперечные звуковые волны; поэтому в ней должен наблюдаться акустический аналог эффекта Фарадея. Теперь в Северо-Западном университете Иллинойса это экспериментально подтвердили для сверхтекучего ^3He (фаза В).

Звуковые волны широко используют в технике и медицине для изучения строения вещества, живых тканей. Возможно, они помогут и в исследованиях структуры квантовых жидкостей, скажем, в выявлении в них вихрей.

Клетка: три роковых шага

W.C.Hahn et al., «Nature», 1999, v.4000, p.464

Злокачественное перерождение клетки приводит к многочисленным изменениям в ее морфологии, метаболизме и поведении, и разобраться, что тут причина, а что след-

ствие, очень трудно. Прежде всего необходимо выявить в многостадийном процессе тот минимальный набор факторов, который способен такую трансформацию осуществить. В 1983 г. американец Р.Вайнберг с сотрудниками (Массачусетский технологический институт) выяснили, что у мышей решающую роль может сыграть всего одна точечная мутация в геноме, приводящая к ненормальной экспрессии онкогена. Теперь возглавляемая им группа специалистов определила условия, достаточные для перерождения клеток человека в культуре.

Во-первых, в них должен быть включен механизм удлинения теломера, то есть активирован ген каталитической субъединицы теломеразы (см. «Новости науки», 1999, № 9). Тогда клетки обретают способность неограниченно делиться — становятся в этом смысле бессмертными, но еще не раковыми. (Для перерождения клеток грызунов включение теломеразы не требуется, поскольку у них этот фермент более активен в соматических клетках; к тому же их теломеры вообще длиннее, чем у человека.) Значит, еще раз подтверждена очень важная роль теломер, которую раньше обсуждали в основном в рамках теории старения.

Чтобы эти бессмертные клетки стали злокачественными, они еще должны перестать нуждаться во внешних, управляющих делением, сигналах, а кроме того, порвать свои «социальные связи», из-за чего соседние клетки уже не могут воспрепятствовать их бесконтрольному размножению (утрата «контактного торможения»). Для этого, как оказалось, достаточно выполнения еще двух условий: присутствие онкобелка LT обезьяньего вируса SV40, который инак-

тивирует защитные клеточные белки p53 и pRb (это белки-супрессоры опухолей; так, p53 переключает вышедшие из-под контроля организма клетки на путь самоликвидации, или апоптоза). И наконец, активизация онкогена ras, который, как известно, работает в клетках многих раковых опухолей.

Комбинация трех этих факторов приводила к перерождению клеток человека (эпителиальных и фибробластов) *in vitro*. Разумеется, в организме путь к раку может быть более сложным — ведь нужно еще учесть способность опухоли выйти из-под иммунного надзора. И все же ученые, по-видимому, ухватили конец нити, который позволит им распутать весь сложный клубок. Во всяком случае, уже четко обозначены несколько мишеней, на которые можно нацеливать противораковые средства.

Пол и век нематод

H.Hsin, C.Kenyon, «Nature», 1999, v.399, p.308

Биологи-эволюционисты давно обсуждают возможные взаимосвязи между продолжительностью жизни животных и их способностью оставлять потомство — ведь естественный отбор, наверное, оптимизировал эти отношения (см. статью «Рецепты долголетия» в «Химии и жизни — XXI век», 1999, № 8). В Университете Сан-Франциско изучали влияние половых клеток на жизненный цикл нематод *C.elegans*. Для этого лазерным микролучом удаляли в их ранних эмбрионах две клетки, которые дают начало будущим половым клеткам, и смотрели, к каким последствиям это приводит. Оказалось, что такие неполноценные червяки живут на 60% дольше нормальных. Предположили, что половые клетки вырабатывают сигналы, ускоряющие старение, а проверить это помогли мутанты, которые не мо-

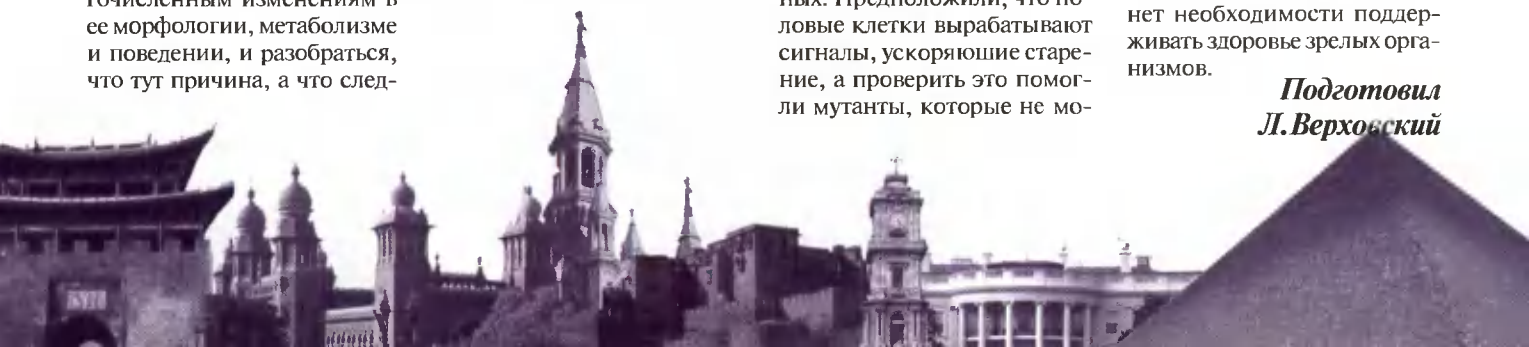
гут вступать в «спящую» стадию (см. «Новости науки», 1994, № 7).

Известно, что личинки *C.elegans* умеют, реагируя на факторы среды, менять свой *modus vivendi*. В неблагоприятных условиях (при отсутствии пищи) они впадают в состояние анабиоза; затем, с появлением пищи, достигают стадии зрелости. Живут такие зрелые червяки столько же, сколько и те, кто не был в анабиозе (то есть в спящем состоянии они не стареют). Описаны мутанты *daf* (*dauer larva formation*), личинки которых не способны впадать в анабиоз, а взрослые особи умирают раньше. Выяснили, что у них нарушено образование рецепторов инсулиноподобного фактора роста, через которые в клетки поступает сигнал, включающий синтез фермента каталазы. А этот фермент, расщепляя пероксид водорода (H_2O_2) на воду и кислород, предохраняет личинки и зрелых червяков от перекисного окисления и тем самым продлевает им жизнь.

Теперь удалось доказать, что половые клетки могут выдавать сигнал, который тоже нарушает синтез каталазы в тканях, то есть репродуктивная система и вправду участвует в регуляции жизненного цикла, причем разрушительно. Тот факт, что в центре событий оказывается перекисное окисление, говорит в пользу свободнорадикального механизма старения (сейчас в этой области конкурируют множество гипотез).

С точки зрения теории эволюции логика тут, вероятно, такая: если условия неблагоприятны для размножения, то жизнь особей продлевается (до лучших времен), что увеличивает вероятность оставления ими потомства. А если все хорошо и есть высокий уровень размножения, то нет необходимости поддерживать здоровье зрелых организмов.

*Подготовил
Л.Верховский*



Избыток NO — работе мозга помеха

Доктор биологических наук
А.А.Каменский,
кандидат биологических наук
К.В.Савельева

Давно известно, что клетки нашего организма общаются между собой, выделяя особые физиологически активные вещества — информоны. К их числу относятся медиаторы, выделяющиеся из нервных окончаний непосредственно на поверхность той клетки, которой адресован сигнал, модуляторы, диффундирующие в окружающее пространство и меняющие состояние близлежащих клеток, а также гормоны. Гормоны выделяются, как правило, специализированными клетками эндокринных желез и разносятся током крови по всему организму, воздействуя на все ткани, где есть рецепторы, способные распознать молекулы гормона.

Информоны изучают очень интенсивно, каждый год открывают новые сигнальные молекулы. Например, в

последнее время много говорят о важной регуляторной роли такого, казалось бы, простого соединения, как оксид азота (NO). Собственно говоря, регуляторными свойствами этой молекулы человек, сам того не зная, пользуется давно. Ведь любой «сердечник», кладя под язык таблетку нитроглицерина, раньше и не ведал (а подавляющее большинство людей и сейчас не ведаёт), что он ввел в свой организм донор оксида азота. Именно NO спасает больного от инфаркта, расширяя сосуды сердечной мышцы.

NO — свободный радикал, среднее время жизни которого составляет около пяти секунд. Вырабатывается он в клетках почти всех органов и тканей человека. Причем оксид азота может быть и медиатором, и модулятором, а кроме того, и регулятором процессов жизнедеятельности внут-

ри клетки — так называемым вторичным мессенджером (посредником). Ни одна система нашего организма не может работать нормально, если в ней не вырабатываются небольшие количества оксида азота. В физиологических концентрациях NO снижает кровяное давление, расширяя сосуды; ослабляет свертывание крови, препятствуя образованию тромбов; стимулирует активность макрофагов, защищающих наш организм от агрессии чужеродных бактерий.

Предполагают, что именно оксид азота — главное оружие макрофагов при борьбе с врагом, которого не могут поглотить целиком. Оно эффективно против патогенных грибов, гельминтов, раковых клеток.

Для того чтобы запустить реакцию окисления, в результате которой клетка производит оксид азота, необхо-



художник М.Златковский



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

детельствует о том, что оксид азота как регулятор физиологических функций и в самом деле появился у животных очень-очень давно.

Как мы уже говорили, NO регулирует множество самых разнообразных функций организма («Химия и жизнь — XXI век» писала об этом; см. № 12, 1998 и № 10, 1999). Однако нас, представителей кафедры физиологии биологического факультета МГУ, больше всего заинтересовало воздействие этого соединения на центральную нервную систему.

Известно, что оксид азота представлен во всех структурах мозга и что его роль особенно важна в процессах запоминания новой информации, то есть обучения. В этом деле без него никак не обойтись. Но уж так устроен организм, что большое значение для него имеет концентрация вещества. Даже яды в малых количествах могут быть лекарством, а все лекарства в больших дозах становятся ядами. Не исключение и оксид азота. Бывают случаи патологии, когда уровень NO в мозге повышается, и это влечет за собой разные неприятности, — например, могут появиться судороги. Дело в том, что в избыточных количествах этот регулятор ведет себя как нейротоксин, убивающий нервные клетки.

Эксперимент, который мы поставили, должен был ответить на вопрос: не ведет ли избыток аргинина в пище животных к повышению концентрации NO в мозге и не отражается ли такая диета на поведении подопытных? Ответ на первый вопрос оказался положительным. У тех крыс, которых регулярно перекормливали аргинином, содержание NO в коре больших полушарий достоверно повышалось, но никаких патологических изменений за этим не следовало — через час все приходило в норму. Измерить уровень NO в мозге крыс нам помогли специалисты из Института химической физики РАН — профессор А.Ф.Ванин, который разработал метод определения концентрации оксида азота в тканях, и кандидат биологических наук В.Д.Микоян. Далее предстояло выяснить, не

дим особый фермент — NO-синтаза (NOS). Сейчас известны уже целых три разновидности NOS, они различаются по аминокислотной последовательности. И если две формы этого фермента, одна из которых получена из клеток мозга, а другая из клеток внутренней выстилки сосудов, имеют вполне приличную степень сходства — 60%, то NO-синтаза, выделенная из макрофагов крови, отличается от первых двух очень сильно. Впрочем, все три фермента используют для производства оксида азота одно и то же сырье — аминокислоту L-аргинин, превращающуюся в результате последовательных химических преобразований в L-цитруллин.

Интересно отметить, что в состав оксида азота входят химические элементы, содержание которых в атмосфере Земли особенно велико, — азот

и кислород. Это означает, что оксид азота мог стать регулятором внутри- и межклеточных процессов на самых ранних этапах зарождения жизни на нашей планете. Правда, эту гипотезу еще предстоит проверить: ведь подавляющее большинство работ, касающихся производства NO в организме, выполнено на клетках млекопитающих. Впрочем, есть и исключения. Сравнительно недавно узнали, что клетки крови краба — гемоциты тоже содержат фермент, синтезирующий оксид азота из аргинина, хотя этот фермент не очень-то похож на те NO-синтазы, которые до сих пор находили у млекопитающих. То обстоятельство, что достаточно стандартный механизм производства NO удалось обнаружить у представителей древнейшего типа членистоногих, мало менявшихся на протяжении сотен миллионов лет, сви-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

вредит ли организму крыс то резкое увеличение концентрации оксида азота, которое мы наблюдали в эксперименте.

Сразу хотим успокоить защитников прав животных: ничего страшного с крысами не случилось. И все-таки те изменения, которые произошли в их поведении, полезными никак не назовешь. У подопытных возросла ориентировочно-исследовательская реакция: они более активно, чем контрольные животные, исследовали новую для себя обстановку экспериментальной камеры. Кроме того, у них усилились реакции, характерные для страха: крысы боялись света, страдали от спазмов кишечника.

Читатель может спросить: ну и что тут плохого, если крыса, хоть и перепуганная, будет с любопытством осваивать новую для себя территорию? А дело все в том, что крысы — грызуны, врагов в природе у них хоть отбавляй и основная защита от этих врагов — умение хорошо спрятаться, не высовываться из норы лишней раз, не ходить в незнакомые места и, конечно, избегать открытых пространств. Так вот, под действием избытка NO крыса ведет себя именно так, как в природе ей вести себя противопоказано. В полевых условиях подобный опыт вряд ли удалось бы довести до конца: не в меру любопытного грызуна быстро съест первая же сова, хорь или кошка.

Кроме того, на фоне возросшей концентрации оксида азота у крыс ухудшается память и понижается способность к обучению. Мы учили животных искать пищу в лабиринте из многих отсеков. Большинство крыс в таких экспериментах участвует охотно: никто не делает им больно, можно побродить по узеньким деревянным коридорам, немного походить на природные норы, а в конце пути тебя ждет вкусное угощение — кусочек хлеба с подсолнечным маслом. Каждый день крысе давали пять попыток, и контрольные животные быстро находили и запоминали кратчайший маршрут. Как только их помещали в лабиринт, они тут же бежали к своему

лакомству, и делали это очень быстро и без ошибок. А вот те крысы, которые получали с пищей избыток L-аргинина, учились очень плохо. Мало того, каждый день они обследовали лабиринт так, будто видели его впервые, попусту теряя время и растрачивая силы, а зачастую и вообще не понимали, зачем их посадили в эти деревянные коридоры. Они явно не помнили, где находится приманка, и делали много ошибок, по нескольку раз заходя в те отсеки лабиринта, где нет хлеба.

И еще одно наблюдение: избыток оксида азота в мозге снижает болевую чувствительность у подопытных животных. Этот параметр мы измеряли таким способом, который не травмирует крыс: погружали их хвост в воду с температурой 53°C на глубину пять сантиметров. Вода такой температуры вполне способна вызвать боль хоть в крысином хвосте, хоть в пальце человека, но она не может обжечь настолько, чтобы повредить ткани, — каждый может убедиться в этом сам, однако нагревать воду выше 56°C мы не рекомендуем. Если крысе становилось больно, она вытаскивала хвост из воды, если нет, сидела спокойно. Так вот, после того как животному скармливали очередную порцию L-аргинина и содержание оксида азота в его мозге возрастало, чувство боли притуплялось и крыса не спешила выдергивать хвост из горячей воды. Хорошо ли это для животного? Нет, конечно. Ведь боль — «сторожевой пес» организма и должна вовремя предупреждать его об опасности. В данном случае опасность была минимальной, но если бы температура воды была не 53°C, а, скажем, 83°C, то из-за снижения болевой чувствительности крыса могла бы не то что обжечь, а и вовсе сварить себе хвост.

Теперь мы вполне можем нарисовать портрет крысы с повышенным содержанием оксида азота в мозге. Это тревожное, излишне суетливое существо с плохой памятью и слабыми болевыми ощущениями. Оно будет без конца совать нос куда не следует, постоянно делая одни и те же ошибки. Шансов выжить в природных условиях у такой крысы будет немного.

Впрочем, когда мы начинали эту работу, проблемы грызунов, объевшихся аргинином, нас волновали мало. В первую очередь нам хотелось оценить, как действуют на мозг сердечные лекарства — доноры NO, которые широко применяют при коррекции сердечно-сосудистых расстройств. На основании эксперимен-

тов мы сделали вывод, что ничего особенно страшного с человеком не происходит. Правда, при первых приемах лекарства вроде нитроглицерина может разболеться голова, а из-за резкого падения давления случаются обмороки, но человек быстро привыкает к такому лекарству, и неприятные побочные явления постепенно затухают.

Еще одна проблема, заинтересовавшая нас, носит пока несколько фантастический характер, однако... Давайте представим себе человека, в мозге которого постоянно образуется избыток оксида азота, — ничего принципиально невозможного в этом предположении нет. Любой человек получает с животной пищей большие количества L-аргинина, который входит в состав белков. И хотя лишь малая часть этой аминокислоты расходуется на синтез оксида азота, возможны случаи, когда по какой-то причине у человека повышена активность именно той формы NO-синтазы, которая обеспечивает оксидом азота мозг.

Если уровень NO поднимется значительно, то его цитотоксическое действие может привести к постепенной гибели нейронов и тем самым вызвать развитие нейродегенеративных заболеваний — картина ясная и достаточно печальная. Но что произойдет, если уровень оксида азота возрастет умеренно и именно в коре больших полушарий, как это было у наших крыс? Очень похоже, что человек, с которым нам придется иметь дело в этом случае, окажется довольно неприятным типом.

Повышенная тревожность у человека, в отличие от грызуна, может усилить активно-оборонительную реакцию, то есть повысить агрессивность. Возросшая двигательная активность и ориентировочно-исследовательская реакция заставят его искать общения, а это может быть попросту опасно для окружающих. Мало того что иметь дело с человеком, заранее настроенным на агрессию, само по себе не просто, ему, ко всему прочему, и втолковать-то ничего не удастся, ведь интеллектуальные способности у него снижены, память плохая, и он почти не способен научиться чему бы то ни было. Страшно себе представить, чем может закончиться встреча с таким субъектом.

В общем, оксид азота, как и многое другое, — это палка о двух концах. И все-таки если проблему удалось правильно понять, то и ее решение не за горами.

Лауреаты

и

ВИАГРА



Доктор медицинских наук,
лауреат Государственной
премии СССР

В.Б.Прозоровский

27 марта 1999 года американская фирма «Pfizer Inc.» направила в аптеки новый препарат виагра, предназначенный для лечения импотенции. Реклама шумная, успех огромный, цена немалая: 10 долларов за таблетку платили в апреле 1999 года, а с тех пор чудо-препарат еще подорожал. В сознании потребителей виагра ассоциируется с именами нобелевских лауреатов 1998 года: фармакологами Робертом Ферчготом, Луисом Игнарро и Феридом Мурадом, хотя, конечно, они получили премию не за разработку препарата от импотенции, а за открытие нового звена в цепи нейробиохимических процессов, ведущих к расслаблению гладкой мускулатуры («Химия и жизнь — XXI век», № 12, 1998 и № 1, 1999). А препарат — это, так сказать, побочный эффект большой науки.

В этой статье мы рассмотрим подробно, как работает виагра. Начнем издалека — с учебника физиологии. С первых десятилетий XIX века нервы, управляющие нашим телом, принято делить на анимальные (соматические) и вегетативные. Анимальные (в точном переводе с латинского «животные») нервы управляют сокращениями скелетных мышц, передавая им команды головного мозга, а вегетативные («растительные») нервы регулируют деятельность органов, не зависящую от воли человека, в том числе сокращение и расслабление гладких мышц. Вегетативные нервы, в свою очередь, делятся на симпатические и парасимпатические. Не всегда, но в основном они функционируют как антагонисты: возбуждение симпатических нервов характерно для стресса, высокой активности организма, а возбуждение парасимпатичес-

ких нервов — для состояния покоя. Применительно к конкретному случаю парасимпатические нервы вызывают и поддерживают эрекцию, а симпатические ей препятствуют: в стрессовой ситуации лучше поберечь физические и психические ресурсы организма для решения более срочных задач.

В 1906 году знаменитый английский физиолог и гистолог Джон Ленгли, исследуя эффекты природных ядов — мускарина из мухомора и никотина из табака, установил, что они воспроизводят реакции, возникающие при раздражении нервов. Значит, рассуждал Ленгли, вполне возможно, что и в норме нервные импульсы передаются посредством особых химических веществ. Эти гипотетические вещества Ленгли назвал «медиаторами» (посредниками), а вещества «принимающих» клеток, которые, согласно его теории, должны были избирательно связываться и с медиаторами, и с ядами, — «рецептивной субстанцией». (Сегодня мы называем их просто «рецепторами»).

Еще в 1897 году английский ученый Чарльз Шеррингтон (позднее его прославили блестящие работы по физиологии центральной нервной системы, удостоенные в 1932 году Нобелевской премии) предположил, что между нервным окончанием и клеткой, которой этот нерв управляет, есть зазор, небольшая щель. Микроструктура, соединяющей (или разделяющей)

щели) две клетки, Шеррингтон дал название «синапс», что приблизительно можно перевести как «застежка». Электрический импульс не может пересекать синаптическую щель, стало быть, без химического передатчика никак не обойтись.

Такие передатчики и были найдены. Английский физиолог и фармаколог Генри Дейл и австрийский физиолог Отто Леви установили, что окончания парасимпатических нервов выделяют ацетилхолин, который передает команду исполняющей клетке, после чего его разрушает фермент холинэстераза (Нобелевская премия 1936 года). Шведский физиолог Ульф Эйлер, работавший в лаборатории Г.Дейла, установил в 1946 году, что сигналы симпатических нервов передает норадреналин — химический предшественник «гормона стресса» адреналина (Нобелевская премия 1970 года, совместно с Джулиусом Аксельродом и Бернардом Кацем).

Вот теперь мы подобрались вплотную к нашей теме. Механизм эрекции относительно прост. Внутри полового члена расположены два так называемых пещеристых (кавернозных) тела, напоминающих резиновые губки. Стенки «пещер» и стенки сосудов, которые снабжают их кровью, образованы гладкими мышцами. В обычном «вялом» состоянии активны симпатические нервы: сосуды сужены, в гладких мышцах поддерживается тонус. Когда же по тем или иным причинам активируются парасимпатические нервы «центрального органа», их окончания выделяют ацетилхолин. Он, во-первых, подавляет высвобождение норадреналина из симпатического нервного окончания, а во-вторых, действует и сам: расслабляет мышцы. В результате расширенные артерии пропускают в пещеристые тела мощную струю крови, а расслабление стенок «пещер» увеличивает их емкость. Член наполняется кровью, увеличиваясь в объеме в 4—10 раз: возникает эрекция. Когда любовный акт окончен, парасимпатический нерв перестает посылать сигналы, а симпатический, наоборот, активизируется. Мышцы пещеристых тел

Научное стихотворение

Когда в тебе митоз творится,
То это значит — ты растешь.
И клетка у тебя двоится,
Хотя того не осознаешь.

Но не зевай! Когда нежданно
Внутри тебя мейоз возник,
Не упускай минут желанных
И размножайся в тот же миг.

Помпонию Квадрат

Так сколько все-таки нужно Нобелевских премий, чтобы получилось лекарство от импотенции?

сокращаются и выжимают кровь обратно, как воду из губки.

Казалось бы, с учетом этой информации придумать лекарство от полового бессилия проще простого: достаточно найти вещество, которое повысит тонус парасимпатических нервов. Действительно, такие попытки предпринимались. В 1954 году академик М.Д. Машковский (автор самого знаменитого в СССР справочника по лекарственным препаратам) получил новый алкалоид галантамин, который подавляет активность холинэстеразы — фермента, разрушающего ацетилхолин. Галантамин рекомендовали для лечения импотенции, однако лечение было не очень-то эффективным из-за недостаточной избирательности. Окончаний парасимпатических нервов, выделяющих ацетилхолин, у человека много...

Известно, что препараты нитроглицерина способствуют эрекции. Но опять-таки нет избирательности: попытка вызвать эрекцию введением большой дозы нитроглицерина приведет к падению артериального давления.

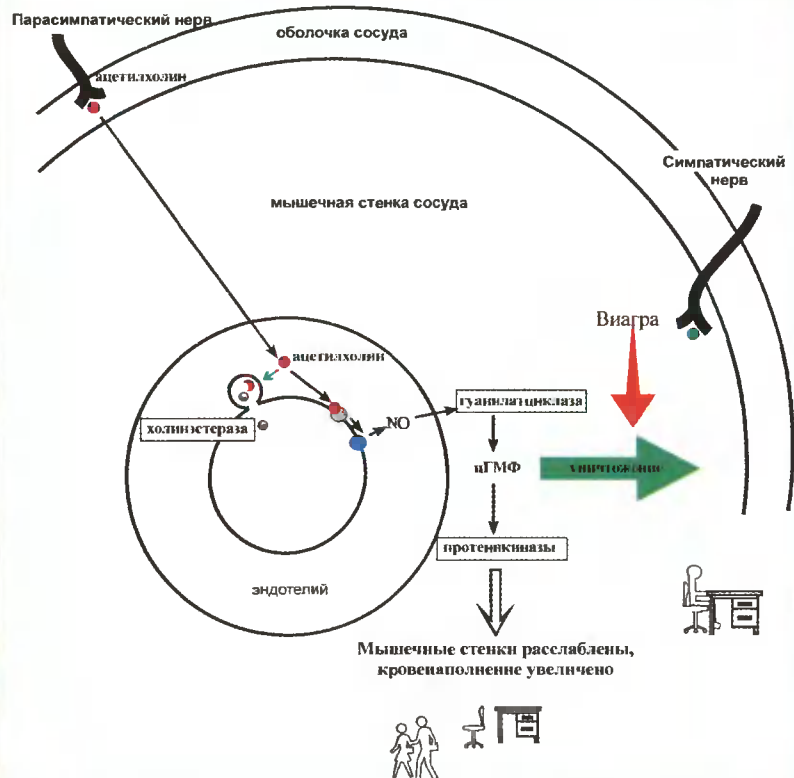
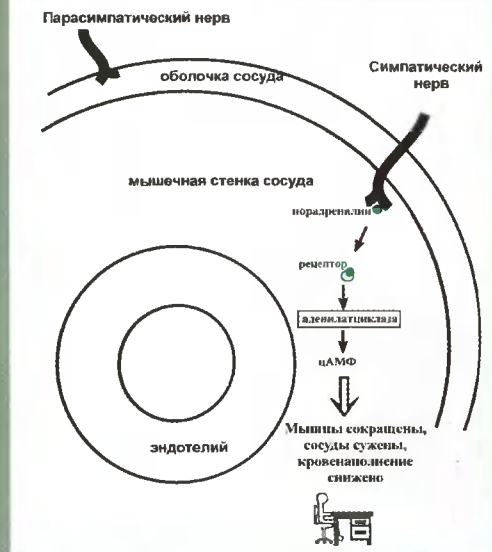
А действует нитроглицерин, как помнят наши постоянные читатели, через оксид азота, который оказался одним из звеньев в химической цепочке, соединяющей окончание нерва и мышечную клетку. (Подобные вещества, передающие сигнал как эстафету, в которой каждый предыдущий «участник» включает синтез следующего, называют «мессенджерами», от английского слова «посланник».)

Еще в 50-х годах американец Эрл Уилбур Сазерленд установил, что адреналин и норадреналин активируют фермент аденилатциклазу, который превращает аденозинтрифосфат (АТФ) в циклический аденозинмонофосфат — цАМФ (Нобелевская премия 1971 года). Это вещество служит пусковым сигналом для множества процессов, в частности и для тех, которые приводят к сокращению мышц.

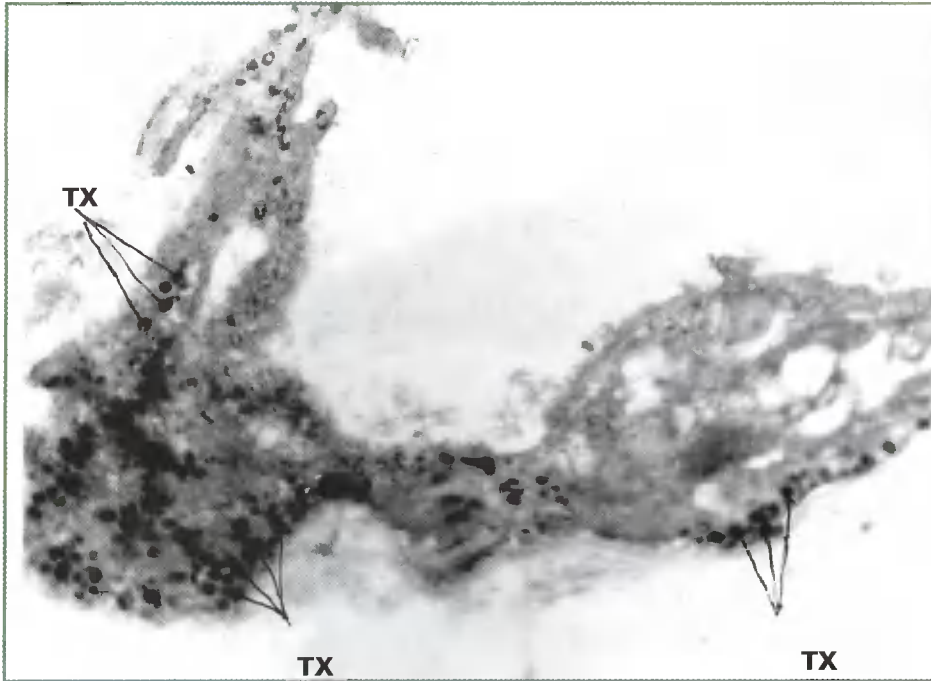
Мартин Ротбелл и Альфред Джилман (Нобелевская премия 1994 года) продолжили исследования Сазерленда, обогатив картину новыми деталями

Вот так развиваются события в стенке артериолы: в спокойном состоянии (в центре) и при сексуальном возбуждении (вверху). Ацетилхолин, попадая из оболочки сосуда во внутреннюю выстилку (эндотелий), взаимодействует со своим рецептором и запускает цепочку событий, приводящую к эрекции. Затем его уничтожает холинэстераза, захваченная из просвета сосуда.

Вмешательство виагры показано жирной вертикальной стрелкой на нижнем рисунке (активное вещество препарата замедляет метаболизм цГМФ, в результате чего возбуждающий сигнал продлевается)



Фотография эндотелиальной клетки сосуда, полученная методом электронной микроскопии. Черные пузырьки содержат холинэстеразу, захваченную из просвета сосуда. Чтобы выявить ее местоположение, холинэстеразе предложили серосодержащий аналог ацетилхолина — ацетилтиохолин (ТХ): продукты его расщепления можно окрасить в черный цвет



ми. Они показали также, что ацетилхолин, реагируя с некоторыми рецепторами, активирует в мышечной клетке гуанилатциклазу — фермент, превращающий гуанозинтрифосфат (ГТФ) в циклический гуанозинмонофосфат (цГМФ). Он, как и цАТФ, запускает множество реакций и, в частности, действует на протеинкиназы — ферменты, которые специфически присоединяют фосфатные группы к белкам и таким образом отдают мышце приказ расслабиться.

До недавнего времени ученые считали, что холинорецептор влияет прямо на гуанилатциклазу. (В этом участвует еще и так называемый G-белок, но на него мы отвлекаться не будем.) Поэтому цГМФ называли «вторичным мессенджером» (первичный мессенджер — естественно, ацетилхолин.) Теперь мы знаем, что ацетилхолин, попадая в клетку эндотелия — внутренней выстилки сосудов, — активирует NO-синтазу, фермент, который синтезирует оксид азота, а он уже действует на гуанилатциклазу.

В процессе изучения всех этих механизмов было найдено вещество, которое подавляет разрушение цГМФ именно в эректильной ткани. (За ликвидацию цГМФ отвечает фермент фосфодиэстераза.) Не все ферменты нашего организма так универсаль-

ны, как холинэстераза. Многие из них тканеспецифичны: в разных тканях и органах одну и ту же реакцию проводят похожие, но не идентичные белки. Могут отличаться и их свойства. Так и активное вещество виагры силденафил останавливает метаболизм цГМФ только там, где это нужно для продления эрекции.

Однако не будем забывать, что биосистема — не автомат, который отвечает на сигнал с военной четкостью: «да/нет». Избирательность, строго говоря, означает, что действие силденафила наиболее заметно проявляется в пещеристых телах, а не то, что другим органам и тканям это вещество абсолютно безразлично. Несомненно, виагра усиливает действие окиси азота и в других органах, в первую очередь в артериях. Следовательно, неумеренное применение препарата может привести к внезапному падению давления, как в случае с нитроглицерином. Это и происходит на самом деле: уже в 1998 году в США зафиксировано несколько десятков смертей, причиной которых стал бесконтрольный прием виагры. А ведь цГМФ играет важную роль и во многих других процессах, в том числе и в тех, которые протекают в мозгу. Кто знает, не поддействует ли неумеренное увлечение



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

виагрой на них? Сказанное не умаляет достоинств препарата, но продажа его без рецепта, конечно, должна быть запрещена.

Пока мы ничего не сказали о том, как «выключается» сигнал. Куда исчезают активные вещества, когда они становятся ненужными в данной ткани в конкретное время? С оксидом азота нет проблемы: он исчезает очень быстро, превращаясь в нитраты и нитриты. Фосфодиэстераза, как мы помним, «убирает» цГМФ. Но было неясно, куда исчезает ацетилхолин в эндотелии? В синапсе есть холинэстераза, разрушающая ацетилхолин после того, как он передаст свой сигнал рецептору. А есть ли такой фермент в эндотелии?

Автор этих строк и профессор В.Г.Скопичев занимались изучением известного инсектицида карбофоса — его токсического действия на мелкие сосуды. Мы предположили, что карбофос и другие фосфорорганические яды могут оказывать влияние на эндотелий, тормозя активность холинэстеразы. (Такое торможение было показано *in vitro*.) Но чтобы доказать это, надо было сначала выяснить, есть ли холинэстераза в клетках эндотелия.

Если «предложить» клетке вместо ацетилхолина его серосодержащее производное — ацетилтиохолин, холинэстераза будет расщеплять и его, причем выдает продукты, которые можно выявить специальным окрашиванием. Оказалось, что холинэстераза в эндотелиальных клетках есть. Но самое интересное, что она синтезируется не в самих клетках, а попадает в них из крови. В месте захвата на клетке образуется впячивание, а затем и мембранный пузырек, содержащий раствор фермента в плазме. (Такой процесс называется пиноцитозом.) Пузырек мигрирует в глубь клетки, фермент делает свое дело и в конце концов, отработав свой ресурс, выбрасывается из клетки путем обратного процесса — экзоцитоза в сторону, противоположную просвету сосуда.

Удивительно, как много загадок содержит всем известное явление. И кто знает, сколько загадок еще впереди?

В мастерской Слепого Часовщика

Е. Клещенко

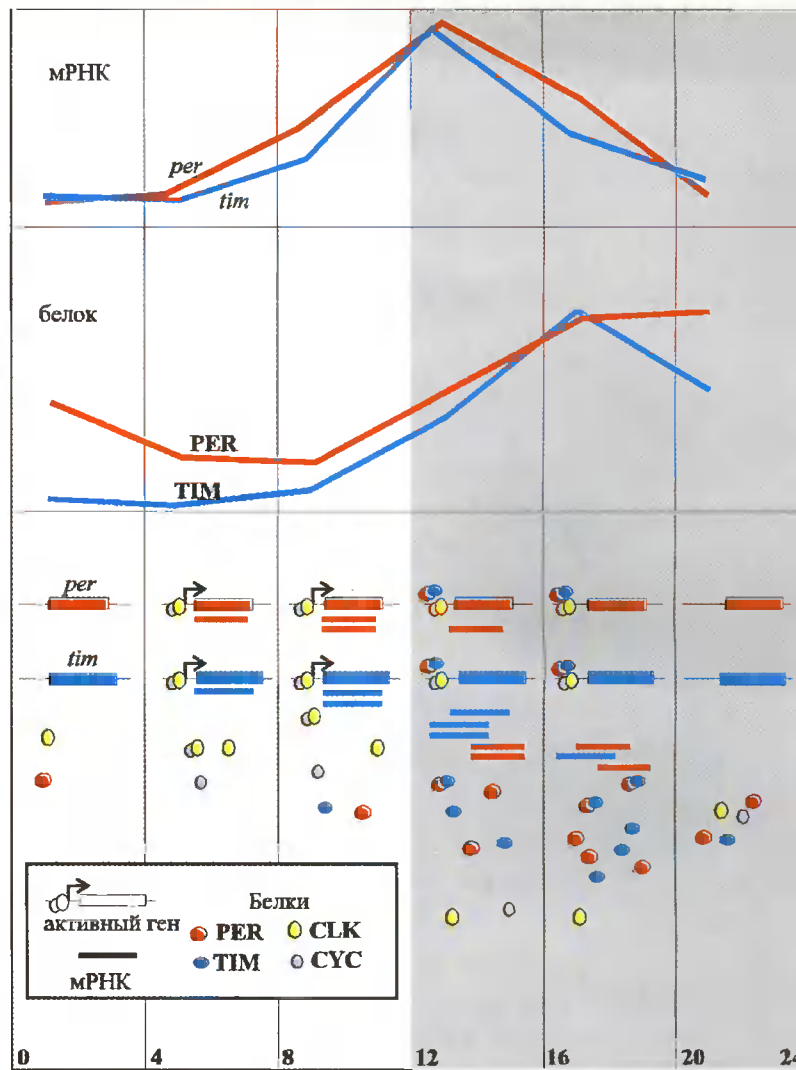
В № 8 «Химии и жизни» за 1999 год мы обещали продолжить тему биологических часов: рассказать про молекулярный механизм, который обеспечивает отсчет времени. Каким образом клеточная культура в чашке Петри ухитряется (по крайней мере некоторое время) регулировать свой метаболизм в соответствии с суточным циклом? Клетки, будто узники в темнице, полностью отрезаны от мира и не получают сигналов ни от солнца, ни от регуляторных систем организма. Следовательно, у каждой клетки должны быть собственные часы.

С начала 70-х годов биохимии и генетики пытаются понять, как и почему они тикают. Начали с поиска «сломанных часов» — мутантов, у которых чувство времени нарушено. В 1971 году нашли первые такие мутации у дрозофилы, в 1973-м — у представителя низших грибов нейроспоры (этот примитивный организм — один из любимых модельных объектов молекулярной генетики), а позднее и у других живых существ. Затем «гены времени» локализовали на хромосомах, а с появлением соответствующих технологий — клонировали и определяли нуклеотидную последовательность. (Забегая вперед, скажем, что сегодня эта группа генов детально изучена в четырех модельных системах: у некоторых видов прокариот (цианобактерий), у нейроспоры, дрозофилы и мыши.)

Мутации дрозофилы *tim* (*timeless*) и *per* (*period*), как мы уже сказали, были описаны первыми. Мухи с такими мутациями с самого рождения демонстри-

Вот так отмеряют сутки наши внутренние часы. Сначала синтезируются матрицы «белков времени» (вверху), затем,

с небольшим отставанием, возрастает концентрация самих белков (в центре), и наконец, белки выключают синтез собственных матриц (Использованы материалы из статей Майкла Розбаша и соавторов, открывших функцию белков CLK и CYC.)



ровали, что часов они не наблюдают: даже из куколок вылуплялись не в определенное время суток, как принято в норме, а когда попало. Взрослые мухи не проявляли обычной активности по утрам и вечерам: в течение суток их подвижность изменялась случайным образом. Поломка в часах налицо.

Следующим пунктом программы стали продукты мушиных генов времени, белки TIM и PER. (Понятно, что «шестеренки» биологических часов — это не сами гены, а белки, которые они кодируют.) Здесь выяснилось много интересного. Во-первых, концентрация РНК-матриц этих белков возрастала и убывала таким образом, что получалась синусоида с периодом 24 часа. Живая клетка часто регулирует количество белков через их матричные РНК (мРНК). Например, если увеличить активность гена, то есть ускорить синтез мРНК, ясно, что матриц для продукта станет больше, а спустя несколько часов больше станет и белка. И в самом деле, концентрации белков TIM и PER тоже выписывают синусоиды с суточным периодом.

Во-вторых, ученым удалось отследить очень интересный момент: после того как TIM и PER входят в ядро клетки, уро-



вень синтеза их мРНК падает (а затем снижается концентрация самих белков). Получалось, что эти белки выключают синтез собственной матрицы — работает отрицательная обратная связь.

В-третьих, оказалось, что в белке PER есть типичный «крепежный» участок для связывания с другой молекулой белка. В такие взаимодействия часто вступают регуляторные белки, когда для передачи определенного сигнала нужно объединить свойства двух белковых цепочек, ковалентно не связанных.

Примерно в то же время другие группы исследователей искали «мутантов по времени» среди мышей. В 1994 году картировали мышинный ген *clock*, а в 1997 году он был клонирован и найден его продукт — белок CLOCK. Последовательность гена не напоминала *tim* и *per*, но мыши с мутантным *clock* тоже сбивались с суточного ритма. Кроме того, гены, похожие на *clock*, были найдены у многих других животных и у человека, а это свидетельствовало о важной роли гена. И его продукт, CLOCK, вполне оправдывал ожидания: активно нарабатывался у мыши в сетчатке глаза и в супрахиазматических ядрах мозга (эти структуры, сокращенно СХЯ, ответственны за генерацию суточного ритма в организме). Кроме того, у белка CLOCK обнаружили все характерные свойства регулятора активности гена: участок связывания с ДНК и длинный «хвост», помогающий запустить синтез РНК. А еще у него, как и у PER, был участок, ответственный за связывание с другим белком.

Этим другим белком оказался BMAL1, про который исследователи и раньше подозревали, что он как-то участвует в регуляции активности генов. Об этом говорило его умение связываться с ДНК-последовательностью, которая обычно стоит перед началом гена и нужна для инициации синтеза РНК. Таким образом, в гетеродимере CLOCK/BMAL1 первый из партнеров знает, что надо делать, а второй уточняет где. (Гетеродимером специалисты по белковой химии называют молекулу из двух неодинаковых субъединиц.)

А дальше все происходило в лучших традициях развлекательного жанра. У дрозофилы нашли гены, подобные мышинным *clock* и *bmal1*. Их назвали соответственно *clk* и *cyc*, а их белки — CLK и CYC. Как и мышинные гомологи, эти два белка сцеплялись попарно, образуя гетеродимер. Так вот, оказалось, что гетеродимер CLK/CYC активирует не какие-то неизвестные гены, а *tim* и *per*!

Два фрагмента головоломки подошли друг к другу, и появилась возможность разглядеть часть картины. Попробуем теперь вообразить, что происходит внутри у маленькой мушки (или у мыш-

ки, или у нас с вами) в течение дня.

Чтобы исключить влияние случайных факторов, при исследовании генов времени дрозофил обычно содержат на искусственном световом режиме: 12 часов света, 12 часов темноты. Через несколько часов после «рассвета» начинают работать гены *tim* и *per* — в клеточном ядре синтезируется матричная РНК для белков TIM и PER. Мы знаем, что этот процесс запускают гетеродимеры CLK/CYC. Еще через несколько часов (ближе к «вечеру») начинают синтезироваться белки TIM и PER; их концентрация растёт, они, в свою очередь, тоже образуют гетеродимеры (за счет участка связывания в белке PER). Димеры TIM/PER выключают свои собственные гены, каким-то образом мешая активатору CLK/CYC (детали этого процесса еще предстоит выяснить), и спустя несколько часов после «заката» концентрации матричных РНК для TIM и PER начинают снижаться. Через некоторое время (во второй половине «ночи») снижаются и концентрации самих белков: матриц нет, а «старые» белки постепенно метаболизируются. Генетические песочные часы сами себя переворачивают: нет TIM/PER — нет инактивации — гены *tim* и *per* после «рассвета» снова активны.

Легко видеть, что этот механизм теоретически способен работать и в полной темноте. Процесс зациклен, а скорости реакций подобраны так, что суммарная длительность всех этапов (синтез мРНК — синтез белков — выключение синтеза мРНК — деградация мРНК и белков) как раз и равняется суточному периоду. По-видимому, именно здесь, в этих генах прячется индивидуальный ритм организма.

Можно представить себе, как мутации генов времени превращают индивидуума в «жаворонка» или «сову». Если ген гиперактивен или в клетке присутствует его лишняя копия, нужный белок накапливается быстрее и субъективные сутки становятся короче: ранняя пташка в шесть утра уже порхает и поет. Если же, например, повреждена одна из двух копий (напомним, что у высших организмов все гены представлены в двух экземплярах), для накопления белка требуется больше времени, и пока это время не пройдет, никакая сила не убедит «сову», что пора вставать и браться за работу. (Кстати, это подтверждено экспериментально. У мышей, мутантных по *clock*, сутки удлиняются на один час или на четыре часа, в зависимости от того, повреждена ли одна копия гена или обе. А дополнительная копия этого гена делает мышку «жаворонком».)

Но, как известно, подстройка био-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

логических часов по световым сигналам все-таки происходит: если раздвинуть шторы, яркое солнце разбудит и самого отпетого соню. Как это реализуется на уровне генов и белков — еще предстоит установить. Некоторые ученые на основании косвенных данных предполагают, что световые сигналы воспринимает CLK: он сам — фоторецептор, или часть фоторецептора, или принимает сигналы от фоторецептора. Может быть также, что свет стимулирует быстрое появление белков CLK и/или CYC либо их объединение в димеры. По другим данным, на свету резко снижается концентрация белка TIM; если это действительно так, понятно, почему продолжительный световой сигнал в середине ночи переводит часы на утро (нет одного из белков — нет инактивирующего димера, гены *tim* и *per* активны).

Остается открытым и вопрос о том, как именно продукты генов времени управляют нашей активностью и сонливостью. Поразительное сходство «центрального механизма» у позвоночных и беспозвоночных говорит прежде всего о его древности. (Кстати, у мыши обнаружили несколько генов, подобных мушинуму *per*, и по крайней мере два из них тоже проявляют цикличность.) Но реализуется чувство времени у таких различных животных, конечно, по-разному. Можно предположить, что у млекопитающих «белки времени» регулируют синтез «гормона времени» мелатонина. Но этим дело не ограничивается. Например, белок CLOCK у мышей присутствует не только в СХЯ и сетчатке, ответственных за выработку мелатонина, но и в других органах и тканях: в разных отделах мозга, в печени, сердце, легких, в яичках у самцов и яичниках у самок. Следует ли отсюда, что все эти органы обладают собственным «чувством времени», которое проявляется и в отсутствии сигналов от СХЯ? Вероятно, скоро мы это узнаем.

А все же приятно убедиться, что эволюцию не зря называют Слепым Часовщиком. Слепой или нет, а часы — вот они, перед нами.

«Я вижу сны — значит, я существую!»

Доктор биологических наук
В.М.Ковальзон

США, 1996 год.

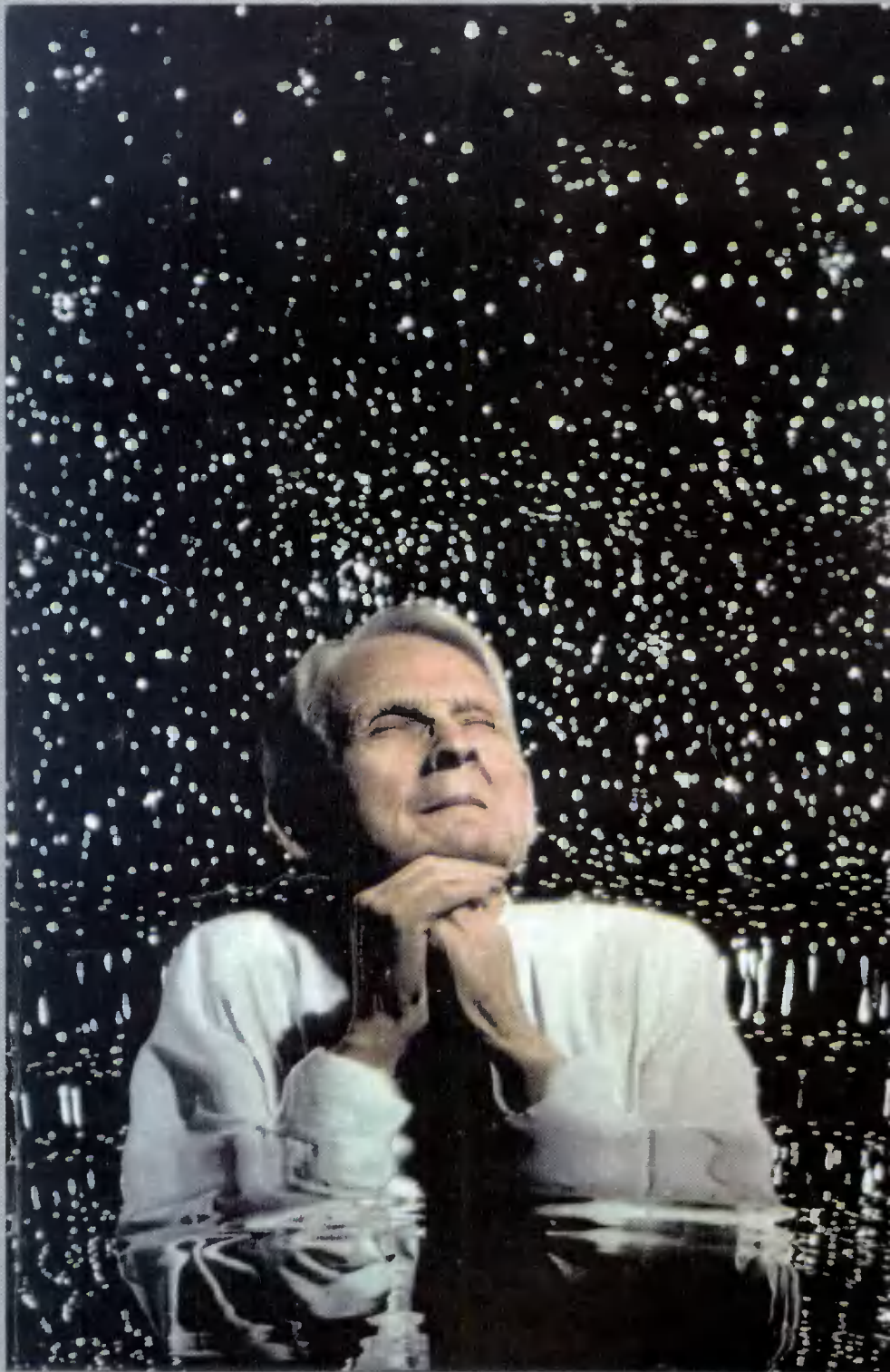
*Научная конференция,
на которой отмечается
столетие со дня рождения
одного крупного ученого.
Это событие стало
небывальым в истории
мировой науки,
потому что на чествовании
присутствовал сам юбиляр!*

Парадоксальный сон Клейтмана

Натаниэль Клейтман — американский психолог и физиолог, крупнейший специалист первой половины XX века по изучению сна.

Он родился в Кишиневе и еще в школе проявил способности к математике и естественным наукам. Решив стать врачом, Клейтман поступил на медицинский факультет университета в Бейруте, который в то время был частью Османской империи. Однако успел проучиться там всего год: началась Первая мировая война, Турция выступила на стороне Германии против государств Антанты и Клейтман, как представитель враждебной страны, был интернирован. Вместе с ним в изоляции оказались и другие «нежелательные иностранцы», большинство из которых были американцами. На выручку к ним пришел американский военный корабль, который взял на борт всех интернированных и доставил их в гавань Нью-Йорка. Заплатив 25 долларов пошлины и подписав бумагу, в которой он обязался никогда больше не возвращаться в Бейрут, Клейтман сошел на берег американцем.

Он изучал физиологию и психологию в университете Нью-Йорка, а затем Чикаго и по окончании был оставлен при кафедре психологии на низшей должности инструктора (приблизительно соответствующей нашему препаратору). Клейтман проработал на этой кафедре всю свою жизнь,



Отцы науки о сне —
сомнологии.

На фото слева —
Натаниэль Клейтман,
справа —
Мишель Жуве



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

пройдя путь до «полного профессора». Он увлекся исследованиями психофизиологии сна и в 20-е годы проводил опыты по лишению сна на самом себе. Эти опыты, между прочим, привлекли внимание самого Павлова.

В 1936 году Клейтман опубликовал энциклопедическую по охвату проблемы монографию «Сон и бодрствование». В ней он впервые сформулировал концепцию, которую считает своим крупнейшим научным достижением, о существовании так называемого *основного цикла покоя-активности*. Эта концепция намного опередила свое время и сегодня получила полное подтверждение в исследованиях на людях и в экспериментах на животных. Речь о внутрисуточных биоритмах человека.

Итак, что сегодня известно? Помимо 25-часового *циркадного* ритма, всю нашу жизнь пронизывает полуторачасовой *диурнальный* ритм, определяющий днем чередование сонливости и бодрости, голода и жажды, а ночью — смену фаз сна: медленного (обычного) и сна — внимания! — парадоксального, сна со сновидениями.

Само открытие парадоксального сна (или, как его называли авторы открытия, сна с быстрыми движениями глаз) сделали Клейтман и его аспиранты Ю.Азеринский и В.Демент в середине 50-х годов. По единодушному мнению всех сомнологов (специалистов по изучению сна), это открытие совершило настоящую революцию в науке о сне — конкретно, изменило все представления человечества о природе сна. Однако, как выяснилось, Клейтман сделал только первый шаг. Ведь согласно его точке зрения, сон — это единый процесс, а парадоксальный сон — как бы отражение всего лишь периодического вторжения механизмов бодрствования внутрь самого процесса сна.

И понадобился гений еще одного ученого, который, по-настоящему поняв, что же именно открыл Клейтман, создал новую парадигму в науке о сне. Этот гений — профессор из Лиона Мишель Жуве.



Третье состояние Жуве

Вот оно, главное положение концепции Жуве: парадоксальный сон — это не классический сон и не бодрствование, а особое, третье состояние организма. Оно характеризуется действительно парадоксальным сочетанием: мозг — активен, а мышцы — расслаблены. То есть это как бы активное бодрствование, направленное не на внешнюю деятельность, а внутрь.

В 60-е годы Жуве внес громадный, неоченимый вклад в физиологию сна. Была изучена и досконально описана вся феноменология сна, его анатомическая основа, нейрофизиологические, биохимические, онто- и филогенетические аспекты. В числе экспериментальных открытий Жуве были и совершенно фантастические — например, кошка, демонстрирующая свои сновидения (об этом чуде мы поведаем чуть ниже).

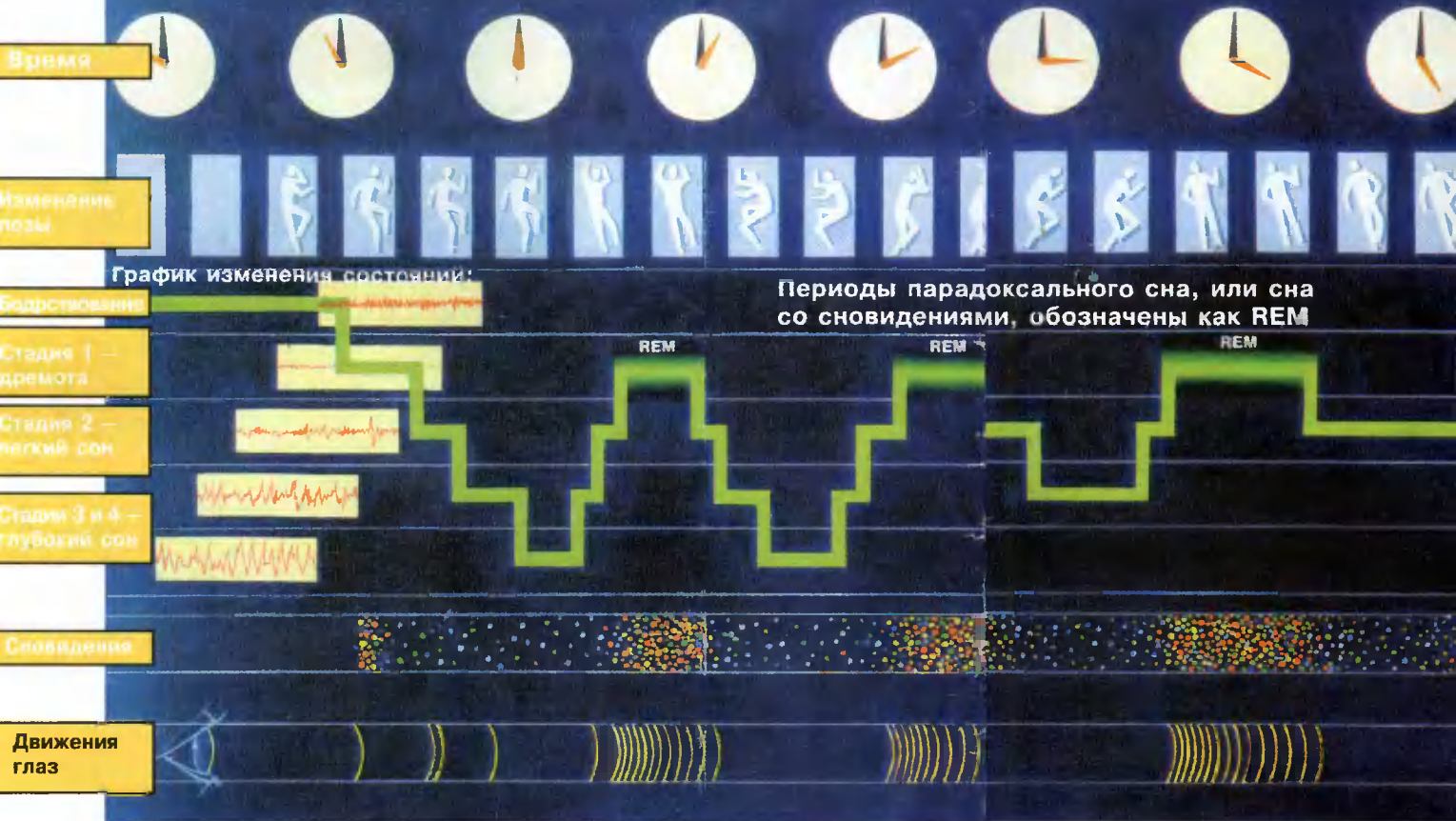
Итак, 60-е годы. Тогда, подводя итоги своим изысканиям, Жуве пришел к выводу, что основной биохимический агент, ответственный за регуляцию сна в мозге млекопитающих, — это нейромедиатор 5-окситриптамин (серотонин), продукт превращения аминокислоты тирозина. Да, серотонин, однако не он один. Новая грандиозная концепция биохимической регуляции сна-бодрствования, в центре которой — норадреналин (регулятор бодрствования), серотонин (регулятор медленного сна) и ацетилхолин (регулятор парадоксального сна), была опубликована Жуве в журнале

«Science» в 1969 году, а затем и в других изданиях. Эта концепция успела приобрести широкую известность и даже войти в учебники. Однако она не продержалась и нескольких лет — закачалась и вскоре рухнула под напором фактов.

Но недаром говорят, что ошибки гения не менее поучительны, чем его победы! В последующие годы, когда стало ясно, что в регуляции сна-бодрствования принимают участие множество веществ различной химической природы — аминокислоты и их производные (ацетилхолин, моноамины), пептиды, липиды, нуклеозиды, простагландины, Жуве разработал новую гипотезу, в которой серотонину отводится особое место. Эти драматические события своей жизни Жуве с присущим ему остроумием отразил в одной из своих лекций под названием «Серотонин и я: история любви» (во французском языке слово «серотонин» — женского рода).

Вскоре в Париже появилась на свет научно-популярная книга «Сон и сновидения», а одновременно с ней — фантастический роман «Замок снов». Автор этих книг — Мишель Жуве. Подводя итоги своим 35-летним исследованиям в области физиологии и биохимии сна, Жуве, перефразируя знаменитое изречение Декарта, писал: «Я сплю, я вижу сны — следовательно, я существую!» И если сравнить эту фразу с высказыванием Аристотеля: «Сон же, по-видимому, принадлежит по своей природе к такого рода состояниям, как, например, пограничное

Ночной сон человека



между жизнью и нежизнью, и спящий ни не существует вполне, ни существует...», то легко проследить всю эволюцию представлений человечества о природе сна за два с половиной тысячелетия: от уверенности в том, что сон — это некое маргинальное состояние, пограничное между жизнью и смертью, до осознания, что сон, по сути, квинтэссенция жизненных процессов в мозге.

Именно так. Недаром Жуве заметил: «Кто познает тайну сна, тот познает тайну мозга».

Дверь в тайну. Феноменология сна

Современные представления о природе сна сформировались во второй половине XX века после появления методов регистрации биоэлектрической активности головного мозга — электроэнцефалографии (ЭЭГ), а также активности мышц — электромиографии (ЭМГ) и глаз — электроокулографии (ЭОГ). Эти методы и позволили расшифровать на феноменологическом уровне, что же такое сон.

Во-первых, это два состояния, отличных как друг от друга, так и от бодрствования: фаза медленного, или глубокого, сна и фаза сна быстрого, или

парадоксального (еще его называют сном с быстрыми движениями глаз).

А теперь по порядку. При засыпании человек вначале погружается в состояние (фазу) медленного сна, последовательно проходя четыре стадии: дремоту, поверхностный сон, сон умеренной глубины и, наконец, глубокий сон. Происходящее при этом изменение рисунка ЭЭГ (постепенное повышение амплитуды и снижение частоты колебаний) называется синхронизацией (см. рис.).

Ну а как ведет себя в медленном сне наша психика? Да в общем почти никак: некие обрывочные, лишенные эмоциональной окраски мысли. Интересно, что время, проведенное в таком сне, людьми обычно недооценивается, то есть кажется, что сон был коротким, хотя в норме, например у молодых здоровых людей, глубокий сон занимает 20 — 25% времени всего ночного сна (кстати, период поверхностного сна длится суммарно около половины времени, проведенного во сне).

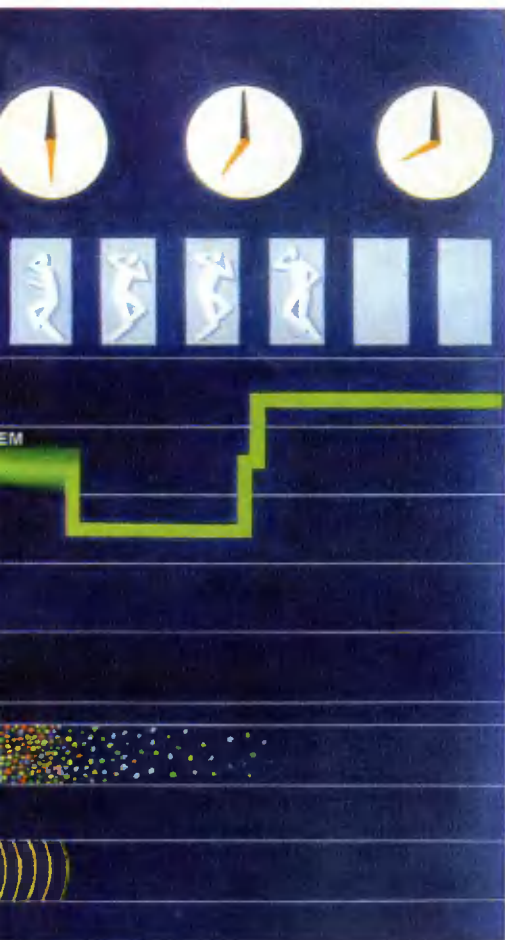
Период медленного сна завершается сменой позы, после чего следует резкий переход в состояние парадоксального сна, и на ЭЭГ отмечается десинхронизация: высоковольтная медленная активность сменяется быстрыми низкоамплитудными ритмами — такими же, как это бывает при пробуждении. И вот в чем действительно па-

радокс: одновременно с этим происходит полное расслабление всех мышц тела (исчезновение активности на ЭМГ) и возникают быстрые движения глаз (мощная активность на ЭОГ) (см. рис.). Но и это не все. Наблюдаются неравномерность пульса и дыхания, подергивание лицевых мышц, а также пальцев и конечностей; у мужчин (любого возраста) возникает эрекция. При выходе из парадоксального сна (пробуждении) испытуемые в 80% случаев сообщают о переживании эмоционально окрашенных сновидений, и не обязательно эротических. А вот время пребывания в таком, парадоксальном, сне часто переоценивается. Кстати, периоды парадоксального сна занимают в целом около 20% времени сна.

И еще об очень важных и интересных феноменах.

Фаза медленного сна и следующая за ней фаза парадоксального сна формируют цикл сна с периодом около 1,5 часа, и нормальный ночной сон состоит из четырех — шести таких циклов.

У человека, в отличие от других млекопитающих, циклы сна неодинаковы: в первых ночных циклах преобладает глубокий, медленный сон, а периоды парадоксального сна очень короткие (10 — 15 минут) и внешне слабо выражены. А вот во вторую половину ночи, наоборот, глубокий сон почти отсутствует, зато отмеча-



человека, основные признаки медленного и парадоксального сна принципиально сходны. А вот дельфины, ушастые тюлени и, возможно, сирены обладают особой организацией медленного сна, когда оба полушария могут спать поочередно. Такой, несомненно оригинальный вид сна у этих животных необходим им, скорее всего, для сохранения способности дышать во сне воздухом, находясь при этом в воде и не захлебываясь.

Общая химия сна

Известно, что разность потенциалов по обе стороны мембраны (оболочки) нейрона — внутри клетки и в межклеточной среде — составляет 65 — 70 мВ и называется потенциалом покоя. Этот электрический заряд формируется за счет разности концентраций ионов по обе стороны полупроницаемой мембраны: избытка ионов натрия снаружи нейрона и избытка ионов калия и хлора внутри него. Благодаря подкоровым активирующим влияниям натрия поступает внутрь клетки, а калий и хлор — наружу, во внеклеточное пространство. В результате отрицательный заряд мембраны большинства нейронов коры головного мозга в состоянии бодрствования поддерживается на 5 — 7 мВ ниже по сравнению с потенциалом покоя, то есть мембрана относительно деполяризована. Таким образом, при бодрствовании клетки коры находятся в состоянии легкого возбуждения, будучи всегда готовыми принять сигнал и передать его другим нейронам. Этот феномен называется «тонической деполяризацией», он — важнейший для понимания механизмов регуляции бодрствования и медленного сна.

Активирующих систем (их можно условно назвать центрами бодрствования) в мозгу несколько — вероятно, шесть или семь. Медиаторы, или химические посредники для передачи импульсов, здесь у нейронов следующие: глутаминовая и аспарагиновая кислоты, ацетилхолин, норад-

ренилин, серотонин и гистамин. Дефицит хотя бы одной из этих систем несовместим с жизнью и приводит к коме.

Казалось бы, логика подсказывает: если в мозгу есть центр бодрствования, то должен быть и центр сна. Нет, природа мудрее нас! Детальное изучение свойств различных отделов мозга, проведенное в последние годы, показало, что система поддержания бодрствования (активации коры) организована таким образом, что в нее встроен механизм положительной обратной связи. Это особые клетки, функция которых — торможение активирующих систем, причем сами эти клетки не тормозятся нейронами. Такие тормозящие нейроны разбросаны по разным отделам мозга, но общее для них — выделение одного и того же химического медиатора-посредника. Это — гамма-аминомасляная кислота, главное тормозное вещество мозга.

Итак, сон. В ходе медленного сна нейроны коры не прекращают своей активности, но характер этой активности коренным образом изменяется: она становится менее индивидуализированной, более «хоровой», и условия для переработки информации в мозгу, причем не только той, что поступает от органов чувств, но и той, что хранится в памяти, резко ухудшаются. Говоря образно, в глубоком медленном сне мозг не выключается, но работает отчасти на холостом ходу. По сравнению с бодрствованием направление перемещения основных ионных потоков, формирующих потенциал мембраны нейрона, меняется на противоположное: натрий начинает выходить из клетки, а калий и хлор — входить в нее. При этом отрицательный потенциал внутри нейрона (по отношению к внеклеточной среде) нарастает, мембрана гиперполяризуется. Следовательно, если с точки зрения нейронной активности рассматривать бодрствование как состояние *тонической деполяризации*, то медленный сон — это противоположное состояние, состояние *тонической гиперполяризации*.

ются чрезвычайно интенсивные и длительные, по 30 — 40 минут, периоды парадоксального сна.

Этот последний феномен — следствие адаптации человека к условиям цивилизации. Ведь фактически каждые сутки нашей жизни представляют собой 16-часовой период лишения сна, за которым следует 8-часовой период восстановительного сна («отдача»). И вот по этому закону отдачи вначале всегда восстанавливается глубокий, медленный сон, а уж затем — парадоксальный.

Ну а если бы мы жили не в условиях нашей любимой цивилизации, а в условиях естественных, природных? Там бы нам, взрослым людям, требовались один — два периода дневного сна — именно дневного, помимо ночного, конечно. Однако... С этим явлением — невозможностью следовать природному ритму — связаны характерные для современного человека спонтанные приступы дневной сонливости, рассеянности, расслабленности. Подобные приступы приурочены к определенным часам до и после полудня и особенно опасны при вождении автомобиля и выполнении некоторых ответственных профессиональных обязанностей.

И последнее, если о феноменах. У всех исследованных видов млекопитающих, от самых примитивных и до

В общем, теперь ясно: функция медленного сна — чисто восстановительная; в этом состоянии происходит восстановление мозгового гомеостаза — равновесия ионов и других молекул, нарушенного в ходе многочасового предшествующего бодрствования. С этой точки зрения бодрствование и медленный сон — как бы две стороны одной медали. Периоды тонической деполяризации и гиперполяризации должны, по сути, периодически сменять друг друга для сохранения постоянства внутренней среды головного мозга. Отсюда ясно, почему эволюция не создала в мозге единого центра медленного сна: это сделало бы всю систему значительно менее надежной, более жесткой и полностью зависящей от капризов этого центра в случае каких-либо его нарушений.

Какова же основная, главная функция медленного сна? Сегодня мы можем постулировать следующее: в состоянии медленного сна переработка информации мозгом не прекращается, а изменяется: от обработки экстероцептивной (внешней) информации мозг переходит к интероцептивной импульсации и ее обработке. Таким образом, на пороге XXI века функция медленного сна начинает наконец вырисовываться: *это восстановление гомеостаза мозговой ткани и оптимизация управления внутренними органами*. А в переводе на обычный язык — без хорошего сна не может быть хорошего бодрствования. Как просто!

А вот с парадоксальным сном все совершенно по-другому. Ну, ясно: на то он и парадоксальный! В отличие от медленного сна, тут — в мозгу — все очень активно. Парадоксальный сон «запускается» из четко очерченного центра, расположенного в задней части мозга, в области так называемого варолиева моста. Химическими передатчиками сигналов этих клеток служат ацетилхолин и глутаминовая кислота. Во время парадоксального сна клетки мозга чрезвычайно активны, однако информация от «входов» (органов чувств) к ним не поступает и на «выходы» (мышечную систему) не подается.

Вот в этом-то и заключается парадоксальный характер состояния, отраженный в его названии. В эти периоды происходит интенсивная переработка той информации, которая была получена в предшествующем бодрствовании и теперь хранится в памяти. И знаете, что подтверждает это положение? Появление в парадоксальном сне эмоционально окрашенных сновидений у человека и так называемого «онейрического поведения» у специально подготовленных, экспериментальных кошек. Помните, выше мы упоминали о кошках, демонстрирующих свои сновидения? Так вот, у этих животных заранее хирургически разрушают крошечную группу клеток в задней части ствола мозга, ответственную за «выключение» мышечной системы в парадоксальном сне. После такой операции кошки действительно способны демонстри-

ровать содержание своих снов: они охотятся на воображаемую мышь, изображают нападение на другого kota, спасаются бегством от воображаемой собаки. В общем, чудеса.

Да, чудеса, однако до недавнего времени оставался неизвестным один очень важный механизм: каким же образом и за счет какой нейрохимии происходит попеременное вовлечение тех или иных нейронных систем и их переключение, определяющее наступление и циклическое чередование обеих фаз сна — медленного и парадоксального? На эту роль требовались вещества, обладающие более длительным сроком жизни в организме, чем «классические» нейромедиаторы, перечисленные выше, и менее специфичные по отношению к белкам-рецепторам.

Такие вещества стали известны сравнительно недавно. Это регуляторные пептиды, продукты прицельного расщепления белков, эволюционно древние передатчики, широко распространенные в мозгу и в организме в целом.

Для всех интересующихся проблемами философии, истории и обществоведения.

КНИГА



Хоцей А.С. Теория общества (в 3-х томах). Том 2 (Становление бюрократии. Цивилизации). Казань «Матбугат йорты», 2000, 832 стр. Тираж 2000 экз.

Во втором томе «Теории общества» автор рассматривает две темы: становление первой общественно-экономической формации, а также причины появления и черты тех ее вариантов, которые сейчас определяются как особые цивилизации.

Суть перехода от первобытности к первой формации автор видит в выделении особого слоя людей, занятых управленческой деятельностью, и постепенное превращение их в класс бюрократии. В связи с этим в монографии критикуется марксистская концепция происхождения классов и государства. Автор уделяет много места анализу причин возникновения различных цивилизаций и описанию их особенностей. Главное, по мнению автора то, что разные общества древности и средневековья формировались на базе разных социальных образований: классического рода, родственного рода и малой семьи-домохозяйства. Опираясь на это и ряд других соображений, автор предлагает читателю свой вариант объяснения особенностей развития Египта, Китая, Шумера, Индии, Греции, Рима и Западной Европы.

Завершает второй том критика цивилизационного подхода к истории, методологическим основанием которого является синергетика.

Книгу можно найти в основных фондах большинства крупных библиотек России и других стран СНГ.



Частная химия сна: пептиды

Гипотеза о том, что некоторые пептиды могут играть ключевую роль в регуляции сна, возникла еще в конце 70-х годов, когда группе исследователей из США (Дж.Паппенхаймеру, Дж.Крюгеру и другим) удалось выделить 30 микрограммов вещества, «вызывающего сон», из 14 тысяч кроличьих мозгов и 4 тонн человеческой мочи. Это вещество оказалось мурамилпептидом. Подобные пептиды синтезируются ферментативным путем в клетках бактерий и представляют собой мономерные «строительные блоки», формирующие пептидогликан — каркас клеточной стенки грамположительных бактерий.

В организме млекопитающих мурамилпептиды появляются в результате жизнедеятельности кишечных бактерий либо в случае инфекции. Из-за некоторых особенностей своей структуры мурамилпептиды чрезвычайно устойчивы к разрушению в организме млекопитающих; они способны проникать в мозг и оказывать в весьма малых дозах мощные воздействия на различные процессы в организме. Эти воздействия можно разделить на два типа: кратковременные и длительные. Последние, длящиеся сутками и неделями, связаны с выработкой иммунитета. А вот что до кратковременных, собственно физиологических процессов, длительность которых измеряется часами, то главные из них — это воздействие на систему «сон — бодрствование», а также на температуру тела.

Мы провели изучение такого воздействия нескольких естественных мурамилпептидов и их искусственных производных в опытах на кроликах и обнаружили удивительные вещи (все эти вещества синтезированы Т.М.Андроновой с сотрудниками в Институте биоорганической химии РАН).

Оказалось, что природные мурамилпептиды при введении в кровь или прямо в мозг уже в ничтожных дозах вызывают нарушения структуры сна (увеличение медленной и подавление

парадоксальной фазы), а кроме того, и резкое повышение температуры тела. При увеличении дозы у животных возникают сильные токсические эффекты, и в конце концов они погибают. Однако при введении мурамилпептидов в желудок ничего подобного не наблюдается! Довольно значительные дозы при однократных и повторных введениях увеличивают медленноволновую фазу сна без нарушения его структуры, а температура тела не повышается.

Вот и возникла такая мысль: а не играют ли эти самые «пептиды сна», которые вырабатываются болезнетворными микробами, важнейшую роль в возникновении хорошо известных в медицине симптомов при бактериальных инфекциях — повышенной сонливости, нарушения сна, лихорадки? И с другой стороны: те же самые мурамилпептиды, но попадающие в мозг из кишечника в результате жизнедеятельности «полезных» бактерий, могут вносить свой вклад в нормальную регуляцию сна.

Оказалось, именно так. И мурамилпептиды уже начали применять в онкологии и иммунологии в качестве лекарственных средств. Ну а мысль о том, что вещества, вырабатываемые обычными кишечными бактериями, могут оказывать влияние на сон, представляется на первый взгляд неожиданной. И тем не менее...

Лет двадцать назад группе швейцарских ученых удалось выделить 0,3 мг ранее неизвестного «вещества сна» из венозной крови 14 кроликов (эту кровь пропускали через аппарат «искусственная почка»). Оказалось, это небольшой пептид, который называли «пептид, вызывающий дельта-сон» (DSIP), — из-за его способности, по мнению первооткрывателей, увеличивать наиболее глубокую стадию медленного сна.

Мы провели изучение этого вещества в опытах на кроликах и крысах и не смогли подтвердить его «снотворных» свойств. К такому же результату пришли и другие исследователи из Швейцарии, США, Венгрии и других стран. Ситуация казалась парадок-

сальной, но нам вроде бы удалось нащупать пути для ее разрешения. Оказалось, что пептид DSIP — вещество крайне нестабильное и при введении в организм он разрушается под воздействием ферментов уже через несколько минут. Мы решили проверить, что будет, если вместо самого DSIP вводить его искусственные химические производные — так называемые структурные аналоги, строение которых очень сходно со структурой самого DSIP, но их устойчивость гораздо выше.

Так вот, изучая действие этих пептид-аналогов на сон подопытных животных при различных дозах и способах введения, мы обнаружили, что некоторые из них действительно обладают снотворными свойствами.

Очень важно следующее. Действие этих пептид-аналогов на сон носит мягкий, модулирующий характер и коренным образом отличается от эффекта снотворных фармакологических препаратов, которые до сих пор производят на основе веществ, чуждых нашему организму (барбитуратов, бензодиазепинов, циклопирролонов). Поэтому создание нового класса снотворных средств на основе производных этих пептидов представляется весьма перспективным. Такие лекарства, изготовленные на базе наших собственных регуляторов сна, — безвредны и эффективны; они будут обладать небывалыми свойствами: например, быстро усыплять либо устранять нежелательные ночные пробуждения и тому подобное. Вводить такие препараты будут, скорее всего, путем закапывания в нос. И потребность в подобных лекарственных средствах в современной фармакологии чрезвычайно велика.

Вот такая эволюция в сомнологии: от познания тайн сна до создания безвредных лекарственных препаратов нового поколения — препаратов сугубо естественных, из наших же с вами кишечных бактерий. Ну не парадоксально ли? В общем, счастливых вам снов!

Разные разности

Только ли от везения зависит, приведет случайное падение к перелому или нет? Одна из причин повышенной хрупкости костей — заболевание под названием остеопороз, при котором содержание кальция в костях уменьшается. Причинами заболевания могут стать нарушения обмена веществ или возрастные гормональные изменения. О способах профилактики остеопороза известно мало, однако ученые выяснили, что употребление в пищу молочных продуктов с высоким содержанием кальция не помогает бороться с недугом.

Р.Мюльбауэр и Фенг Ли из Бернского университета (Швейцария) подошли к делу по-другому: исследовали, как на прочность костей влияет питание овощами. Подопытные крысы еждневно, на протяжении четырех недель, съедали грамм сухого лука. Корм оказался «в коня»: содержание кальция в костной ткани у них увеличивалось, а кости становились крепче. Примерно такое же действие оказывали и некоторые другие овощи: чеснок, черемша, петрушка, укроп, салат, помидоры, огурцы. В то же время у крыс, которых угощали соевыми бобами, мясом или яйцами, содержание кальция в костной ткани не изменилось. Теперь осталось выяснить, поддаются ли благотворному влиянию овощей люди. Если да, то, вероятно, это будет недорогой и эффективный способ профилактики остеопороза («Nature», т.401, № 6751, с.343.)



Известно, что квантовые объекты (например, элементарные частицы) могут вести себя подобно дискретным телам или волнам, в зависимости от того, как их рассматривать. Первостепенную важность имеет их размер: для частиц величиной с атом и более крупных предположения об их волновых свойствах долгое время были всего лишь теорией. Совсем недавно эти свойства удалось наблюдать у отдельных атомов и связанных между собой в группы кластеры.

И вот ученые показали, что подобно волне ведут себя такие большие молекулы, как фуллерены C_{60} . Состоящий из них пучок образует дифракционную картину после прохождения решетки. А физики уже думают, что смогут обнаружить квантовые свойства и у объектов величиной с вирус. Если получится, придется снова пересматривать наши представления о границе между квантовым и классическим мирами («Nature», 1999, т.401, с.680).

Эффективность фотосинтеза у растения зависит не только от дневных условий (освещенности, температуры, количества углекислого газа и других), но и от того, тепло было предыдущей ночью или холодно («Доклады Академии наук», 1999, т.368, № 3, с.423). Если тепло, фотосинтез будет проходить успешнее, и растение накопит больше питательных веществ. Это установили ученые из Института биологии Карельского научного центра РАН (Петрозаводск), исследуя огурцы.



Так ли уж страшна убыль озона в верхних слоях атмосферы? И не способна ли природа сама восстанавливать его количество? Работы сотрудников Института химической физики И.Ларина и И.Деминова позволяют предположить, что дело обстоит именно так. Они придумали модель, которая описывает, как может быть устроена спасительная обратная связь («Химическая физика», 1999, № 6, с.21).

Когда содержание озона уменьшается, поток ультрафиолета, достигающего земли и воды, возрастает. Часть океанического фитопланктона отмирает. В результате меньше углекислого газа связывается в процессе фотосинтеза и больше остается в атмосфере. Углекислый газ удерживает тепло в нижних слоях атмосферы, а в верхних, где содержится озон, температура понижается. Как следствие, замедляются химические реакции, в которых озон разрушается, и его содержание начинает расти.

Ученые рассчитали и значения некоторых параметров. Конечно, они не смогли учесть все факторы, но в целом модель выглядит вполне правдоподобно.



Выпуск подготовили
М.Житникова,
Н.Коханович,
О.Лазарева,
М.Литвинов,
Б.Силкин

Иногда бывает так: нужно срочно решить что-то важное, а ничего не получается. Испытываешь чувство бессилия и вполне понятные переживания, которые еще больше мешают сосредоточиться. Хорошо, если можно отложить решение, а если нет? Понятно, что на работу, где приходится быстро находить выход из сложных ситуаций, нужно набирать людей, устойчивых к психоэмоциональному стрессу. Новый метод их отбора предложили сотрудники ГосНИИ военной медицины («Авиакосмическая и экологическая медицина», 1999, № 5, с.22). Они показали, что с умственно-эмоциональными нагрузками лучше справляются люди, успешно выдержавшие тест на толерантность к глюкозе. Тест этот заключается в том, что испытуемому дают натощак выпить раствор глюкозы, а затем смотрят, как изменяется ее содержание в крови. Сначала, когда глюкоза всасывается в кровь, ее содержание растет, а затем, когда она начинает поступать в клетки тела, падает. В этом процессе важную роль играет гормон инсулин. У тех, у кого глюкоза медленно удаляется из крови (толерантность к ней снижена), клетки, в том числе и клетки мозга, будут на голодном пайке и не смогут работать на полную мощность. Где уж тут быстро найти ответ!



В 1999 году Нобелевский фонд столкнулся с неожиданными финансовыми трудностями, и сообщения об этом весьма взволновали мировую научную общественность. Началось все с того, что сотрудники фонда обратились к шведскому правительству с просьбой отменить закон, предписывающий не менее 30% капитала вкладывать в облигации (они приносят стабильную, но невысокую прибыль). Вместо этого финансисты фонда хотели бы приобретать акции крупных компаний.

Нобелевский фонд за свою историю уже испытывал денежные сложности. В завещании Альфреда Нобеля было указано, что средства следует размещать «в надежные гарантированные ценные бумаги». Тогда это означало государственные облигации, однако после Первой мировой войны страны начали отказываться от золотого стандарта как основы денежных систем, и реальная стоимость облигаций перестала успевать за инфляцией. Растущие налоги тоже основательно подточили базу фонда. Только в 1946 году шведский парламент освободил фонд от подоходных налогов. За это время сумма, выдаваемая лауреатам Нобелевской премии, заметно уменьшилась. Первым лауреатам в 1901 году выдавали 150800 крон на человека, что составляло примерно 15 — 20 годовых зарплат университетского профессора. Этого уровня выплат удалось достичь лишь через 90 лет.

Нынешний директор фонда Михаэль Сольман, внук его первого распорядителя, успокаивает общественность. Он уверяет, что сейчас его организация надежно стоит на ногах, а просьбы об отмене старых законов объясняются тем, что руководство фонда хочет увеличить размеры суммы, вручаемой лауреату («Science», 1999, т.285, № 5426, с.323).

Желающим открыть новый остров нужно быть начеку: не исключено, что вскоре после открытия он исчезнет. Именно это произошло недавно в южной части Тихого океана.

8 января 1999 г. Силы обороны Королевства Тонга заметили поднимающийся над волнами столб дыма, и через 4 суток туда послали самолет. Место события было окутано облаками пара, мешавшими наблюдению, но летчик все же сумел сквозь разрывы в облаках произвести аэрофотосъемку. В результате был обнаружен остров, не нанесенный на карты, 200 — 300 м в длину и 30 — 40 м в ширину. Казалось, он то поднимается над уровнем моря примерно до высоты 13 м, то опускается. Из небольшой расщелины изливалась раскаленная лава («Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Network», 1999, т.24, № 3, с.5).

Бурная подводная активность продолжалась до 14 января, после чего все успокоилось и картина, достойная Соляриса, исчезла. Остров же полностью скрылся из виду, и на его месте осталась только мелководная банка с глубинами от 300 до 400 м. Вода над ней была покрыта слоем пепла, а вокруг плавало множество обломков пемзы.

Ученым известно, что в пределах островов Тонга, в 35 км к северо-западу от острова Тонгатапу и южнее острова Фалькон, протянулась подводная вулканическая дуга Тофуа. Там на дне находится крупный безымянный вулкан, построенный из слоев лавы попеременно с рыхлым пеплом. Местами он подходит почти до морской поверхности. Видимо, при извержении вулкан приподнялся над водой, а затем опять погрузился в пучину.

На северо-востоке Австралии в трещинах и расселинах почвы иссушенных пустынь живет австралийская сумчатая землеройка, или узколапая сумчатая мышь (*Sminthosis Thomas*). Это одно из самых мелких млекопитающих на Земле: ее детеныши при рождении едва достигают 4 мм в длину и весят менее 15 г.

Мышь рождается как бы недоношенной: вместо костей — хрящи, а вместо легких — несколько мельчайших воздушных мешочков. В первые сутки другие после рождения тело животного едва движется, и эти слабые шевеления вряд ли могут заменить нормальные вдохи и выдохи. Как же новорожденные дышат?

Недавно австралийские и канадские физиологи снова исследовали детенышей сумчатой мыши и выяснили, в чем дело. Оказывается, их безволосая кожа, богато насыщенная кровеносными сосудами, берет на себя функции легких. Ученые сделали крошечную маску, наложили ее на мордочку детеныша и измерили, сколько кислорода и углекислого газа проходит через воздушные мешочки и сколько через кожу. Оказалось, что, пока землеройка не подрастет до массы примерно 100 г, она дышит в основном через кожу. А когда животному исполнится три недели, масса превысит 250 г, газообмен через легкие начнется уже втрое превышать газообмен через кожу («Science Times», 1999, 9 марта).



Химия

как ИСКУССТВО

Химия очень эффектна.

Вспышки, взрывы, красочные фейерверки, переходы окраски индикаторов, цветные, ограненные кристаллы — именно это обычно показывают новичкам, чтобы увлечь их яркой наукой. Но в ней есть красота не только внешняя, но и внутренняя. Она — в изяществе того или иного синтеза, в необычных свойствах веществ.

Красивое решение

Красивыми можно назвать простые способы, при которых увеличивается выход нужного соединения. Например, элементарный бор в промышленности получают восстановлением оксида бора металлическим магнием $B_2O_3 + Mg \rightarrow B + MgO$. Но бор неизбежно загрязняется боридом магния, который образуется в побочной реакции: $Mg + B \rightarrow Mg_3B_2$. Если побочный продукт не удалить из реакции, то он провзаимодействует с исходным веществом: $B_2O_3 + Mg_3B_2 \rightarrow B + MgO$ и даст опять же нужный продукт — элементарный бор. Химизм этого процесса изящен, так как окисление-восстановление проходит только с участием атомов бора.

Высушить газообразный HCl можно, например, оксидом фосфора (P_2O_5), однако гораздо удачнее хлорид алюминия ($AlCl_3$): поглощая воду, он гидролизуется и дает дополнительное количество сухого HCl. С тем же эффектом можно применить PBr_3 для осушки газообразного HBr.

Очистить безводный $AlCl_3$ от постоянной примеси хлорида железа $FeCl_3$ можно возгонкой смеси над алюминиевыми стружками. При этом хлорид железа превращается в хлорид алюминия: $FeCl_3 + Al \rightarrow AlCl_3 + Fe$.

Если речь идет о промышленном процессе, то оригинальное решение необходимо с экономической точки зрения. Природный газ некоторых месторождений (Астраханского, Оренбургского) содержит заметное количество сероводорода, который вызывает коррозию трубопроводов



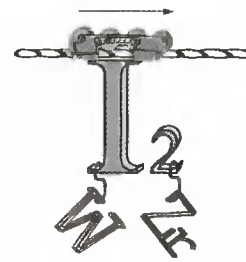


КЛАССИКА НАУКИ

Художник Е. Силина



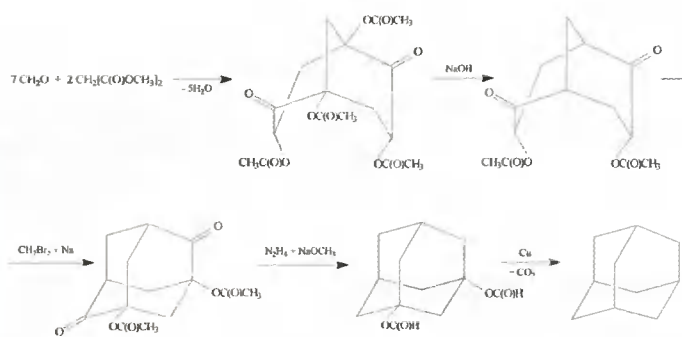
и при сгорании образует оксид серы, загрязняющий атмосферу. Проблема решается просто и эффективно с помощью процесса Клауса: $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$. То есть природный газ обрабатывают оксидом серы, после чего за трубопроводы можно уже не опасаться, а получившуюся элементарную серу использовать для производства серной кислоты. В этой реакции окисление-восстановление опять идет с участием атомов одного типа — серы.



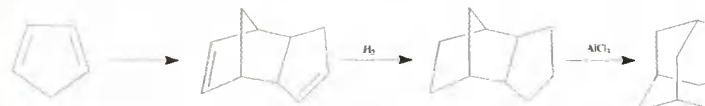
Очистка металлов от примесей всегда была делом очень трудоемким. Например, традиционная технология получения металлического никеля из сульфидных медно-никелевых руд, содержащих примеси сульфидов кобальта и железа, — это флюсование, конверторная обработка, флотация и восстановление в электродуговых печах. Но есть более короткий путь. Поскольку карбонил никеля $\text{Ni}(\text{CO})_4$ — необычайно летучее вещество ($T_{\text{кип}} 43^\circ\text{C}$), то он легко отгоняется после обработки под давлением обогащенной руды окисью углерода. Потом его нагревают до 180°C , в результате чего образуется металлический никель высокой степени чистоты.

Вообще, очищать металлы, переводя их в летучие соединения, очень удобно. Для этой цели подходит иод, который при обычной температуре легко реагирует с титаном, цирконием, гафнием, образуя летучие иодиды. При нагреве иодиды легко разлагаются, образуя чистый металл, а освободившийся иод можно снова использовать в реакции с металлом. Такие реакции называют транспортными (транспортное средство, естественно, иод). Пожалуй, самую эффективную транспортную реакцию можно наблюдать в галогенных лампах накаливания. Вольфрам, испарившийся с нагретой спирали и осевший на стенках колбы, переносится иодом обратно на спираль, в результате чего увеличивается срок службы лампы.

Тезис, что простой и короткий путь всегда может претендовать на приз за красоту, справедлив не только для очистки веществ, но и для их синтеза. Например — алмадантан. Впервые его выделили из фракций нефти, а позже синтезировали по схеме:

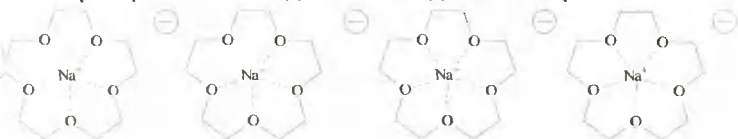


Этот путь скорее демонстрирует могущество органической химии, нежели ее красоту, ведь выход алмадантана здесь менее 2%. Позже нашли короткий и простой способ:

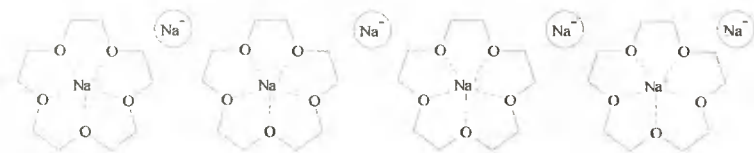


Исходное соединение — циклопентадиен C_5H_6 при хранении легко димеризуется, образуя второе соединение в схеме. Таким образом, его даже не требуется специально получать. Выход алмадантана в такой схеме — 20%.

Решение некоторых своеобразных задач подсказал накопленный опыт. Так получили необычные вещества «электриды». Были известны неорганические соединения, обладающие электронной проводимостью, — например, это поваренная соль синего цвета, встречающаяся в некоторых месторождениях. Под действием многолетнего облучения от расположенных рядом радиоактивных пород в дефектах ее кристаллической решетки образуются свободные электроны. Другой пример — иодиды двухвалентных лантана и церия. В них часть атомов металла может переходить в трехвалентное состояние, высвобождая электроны: $\text{La}^{2+} = \text{La}^{3+} + e^-$ (они и ответственные за проводимость). Эти наблюдения позволили получить необычные материалы. При растворении металлического натрия в жидком аммиаке образуется катион Na^+ и связанный аммиаком электрон: $\text{Na}^0 + \text{NH}_3$ (жидк.) $\rightarrow \text{Na}^+ + (\text{NH}_3)_n + e^- (\text{NH}_3)_m$. Если добавить к этому раствору краун-эфир, то он настолько надежно захватит катион натрия, что после испарения аммиака электрон не сможет вернуться к натрию. В итоге образуется вещество, в кристаллической решетке которого располагаются ионы натрия, укрытые краун-эфиром, а в междоузлиях пространства находятся свободные электроны:



Это типичное ионное соединение, но электроны, благодаря исключительно малым размерам, могут свободно перемещаться в междоузлиях кристаллического пространства, обеспечивая довольно высокую электропроводность, — как у металлов. Если же краун-эфира взять вдвое меньше, то половина атомов натрия в виде катионов будет связана краун-эфиром, а вторая половина присоединит освободившиеся электроны, образуя необычные анионы Na^- . Возникнет удивительная ионная структура, содержащая катионы и анионы натрия:



Понятно, что натрий-анион удерживает электрон очень слабо, поэтому такое вещество тоже обладает металлической электропроводностью. Такие соединения назвали «электридами».

Химические фокусы

Некоторые простые превращения эффектны лишь потому, что необычен результат. Может ли твердое вещество без добавления каких-либо реагентов превратиться в газообразное? Конечно, взрывчатые вещества. Но есть и другие, которые могут это сделать «спокойно» и постепенно. Например, карбонат аммония при нагревании образует три газа: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} \uparrow$. Поэтому его используют при изготовлении пенопластов, а также как разрушитель теста для кондитерских изделий.

Так же ведет себя нитрит аммония: $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \uparrow$. И вновь тот же химизм, как в случае бора и серы: окисление-восстановление проходит с участием только атомов азота. Правда, лучше сначала растворить нитрит аммония в воде и нагревать уже раствор, а то

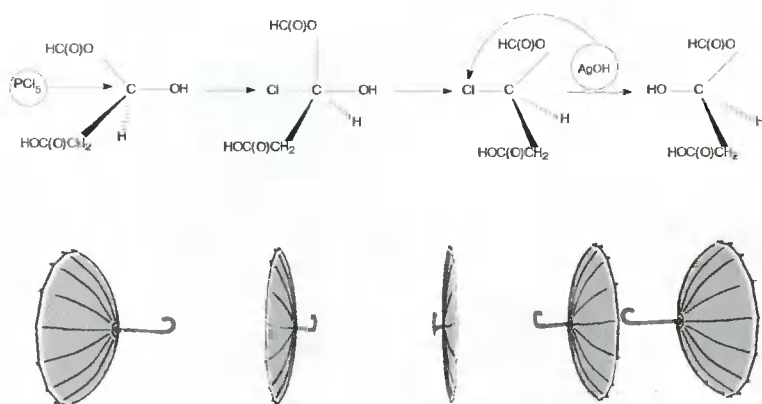
соль может взорваться. Внешне это напоминает фокус: вы растворяете кристаллическое вещество в воде, кипятите раствор, затем упариваете его досуха и в посуде для выпаривания ничего не остается. Так в лаборатории можно получать небольшие количества газообразного азота.

Не прибегая к традиционному электролизу, в лаборатории можно получить и фтор: надо нагреть трифторид кобальта CoF_3 , который разложится на CoF_2 и F_2 .

Не меньше впечатляют реакции, когда при сливании двух растворенных веществ все выпадает в осадок, а в жидком слое остается только вода: $\text{BaS} + \text{ZnSO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{ZnS} \downarrow$. Эту реакцию используют в промышленности. Оба выпавших вещества, сульфат бария и сульфид цинка, белого цвета, и потому выпавший осадок (он имеет название литопон) используют как пигмент для изготовления белых эмалей.

О внутренней красоте

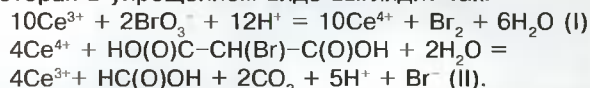
Многие сложные процессы отличает внутренняя эстетика. Превращение оптически активной молекулы в зеркальный антипод (Вальденовское обращение) напоминает выворачивание молекулы наизнанку. С яблочной кислотой это происходит так:



Одна из самых необычных реакций, открытых в последние десятилетия, — это так называемая колебательная (теперь это целый класс реакций). Здесь внешняя эффектность сочетается с внутренней красотой.

При смешении подкисленных водных растворов соли церия (III), бромата Ce(IV) и бромированной малоновой кислоты $(\text{HO}(\text{O})\text{C}-\text{CH}(\text{Br})-\text{C}(\text{O})\text{OH})$

начинается окислительно-восстановительная реакция, которая в упрощенном виде выглядит так:

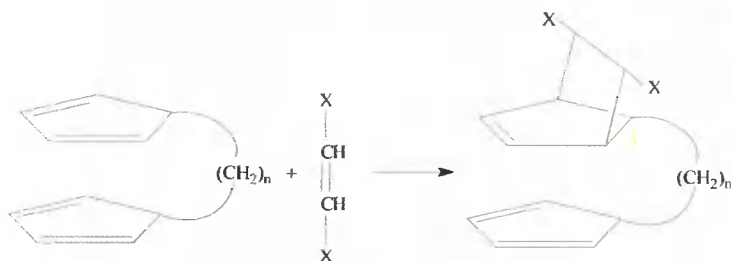


Ион церия переносит электроны от броммалоновой кислоты к бромату калия. Первая стадия проходит быстро, а вторая медленно. Вся тонкость заключается в том, что при реакции II возникает бром-анион, который ингибирует реакцию I. В итоге в системе накапливаются продукты реакции II, прежде всего ионы Ce^{3+} . В определенный момент, когда этих ионов становится очень много, ингибитор уже не тормозит реакцию I и она проходит очень быстро. Таким образом, ингибитор играет роль спускового крючка, который до определенного момента не дает стар-

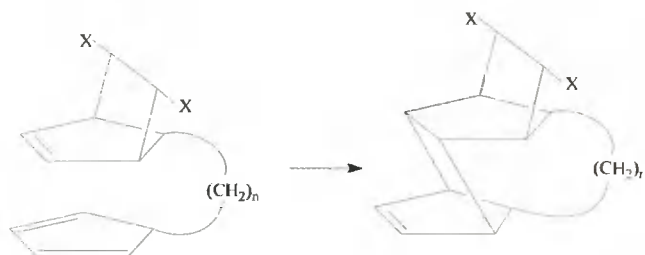


товать быстрой стадии. Весь этот процесс хорошо виден: ионы Ce^{3+} в водном растворе бесцветны, а Ce^{4+} — желтые, поэтому реакционная масса мгновенно желтеет, а потом медленно обесцвечивается. Цвета сменяются приблизительно каждые полторы минуты, и этот интервал времени сохраняется неизменным в течение нескольких часов. Если постепенно добавлять расходующиеся реагенты, то эти химические часы будут тикать неограниченно долго.

Очень необычны реакции «домино», в которых одна реакция провоцирует протекание другой. Пример — диеновый синтез, когда исходный реагент содержит два циклопентадиенильных кольца, связанных гибкой углеводородной перемычкой. Второй компонент, как и предполагается в таком синтезе, олефин. Сначала одно из колец реагирует по классической схеме:

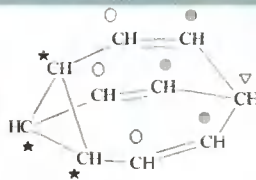


В верхней части образовавшейся молекулы появилась одинокая кратная связь. Теперь это уже олефиновый компонент, а в нижней части имеется незатронутый пока диеновый компонент — циклопентадиенильное кольцо. Естественно, они также могут прореагировать по схеме диенового синтеза:

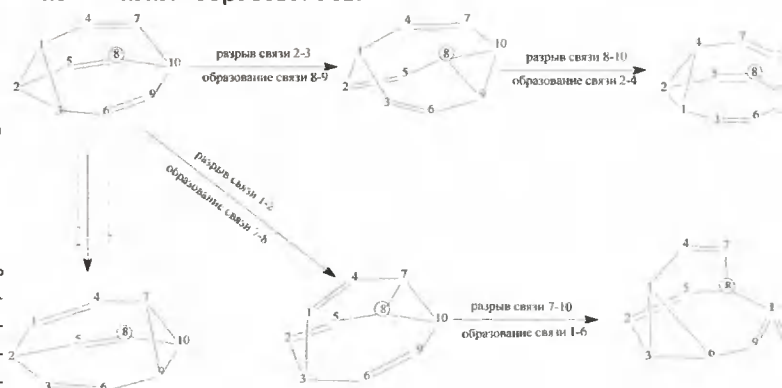


В итоге получился олефин, который может реагировать по той же схеме со следующей молекулой диена. Таким образом, реакция, прошедшая в одной части молекулы, эластично продолжается в другой (одна падающая кость валит соседнюю).

И конечно, нельзя не вспомнить необычную архитектуру некоторых молекул. О многих из них (ферроцене, карборане, фуллерене, катенане, молекулах-узлах и др.) мы рассказывали в статье «Молекулы века» (см. «Химию и жизнь — XXI век», 1999, № 8.). Здесь мы вспомним одно из са-



мых необычных соединений органической химии. Бульвален — это каркасное соединение, где есть циклопропановый фрагмент (треугольник из атомов углерода), а от каждой вершины отходят ветви, содержащие в середине кратные связи. Ветви сходятся в одной точке. В молекуле четыре типа атомов углерода, находящихся в разных структурных состояниях (на рисунке они помечены различными значками). В бульвалене очень легко разрывается одна из связей циклопропанового кольца и две кратные, с последующим образованием новой простой и двух кратных связей. В результате перестраивается вся молекула. В схеме над стрелками указано, между какими атомами углерода циклопропанового кольца связь разорвалась, а под стрелкой — какая образовалась:



Самое интересное, что при этих преобразованиях форма исходного каркаса сохраняется — треугольник и три ветви, сходящиеся в одной точке. Каждая из показанных структур может перестраиваться дальше, давая новые варианты расположения атомов в каркасе. Получается, что кратные связи и треугольник как бы перемещаются по каркасу. При этом каждый атом углерода обязательно окажется в одном из четырех возможных состояний. Например, атом 8 входит попеременно в состав кратной связи, в структуру циклопропанового кольца, и он же в определенный момент становится точкой, где сходятся три ветви. Для этой молекулы возможно более миллиона таких состояний, быстро переходящих друг в друга! Если бы каждое состояние углеродного атома можно было бы пометить лампочкой определенного цвета, то мы увидели бы перебегаящие по каркасу молекулы цветные огоньки.

В заключение следует признать, что оценка красоты того или иного явления все же субъективна. При углубленном знакомстве с химией у каждого человека неизбежно появляются свои эстетические пристрастия. Неизбежно поэтому, что химия не только наука, но и искусство.

М. Левицкий

Такие естественные цвета...

Кандидат биологических наук
Н.Л.Резник

С



тех пор как люди начали одеваться, им хочется выглядеть понаряднее, а между тем в древности это было не так-то просто. Одежду шили только из натуральных тканей, ассортимент которых был невелик, а ее фасоны не менялись веками. К тому же если шерсть и шелк окрашены собственными пигментами в белый, черный, серый, рыжий и даже золотистый цвета, то более дешевые и практичные льняные и хлопковые ткани выглядят довольно неприглядно. Как же сделать их яркими и нарядными? Ведь несмотря на то, что красящих веществ в природе очень много, и нет ничего проще, чем посадить пятно на одежду, для окраски годится не всякий пигмент.

Во-первых, красителя должно быть столько, чтобы его хватило для большого куска ткани. Во-вторых, он должен быть устойчив к свету, стирке и трению. Кроме того, прочную окраску дают только те красители, которые растворяются в волокнах ткани (дисперсное крашение), либо содержат полярные группы, способные связываться с полярными группами волокна (прямое крашение). В некоторых случаях, когда прямое и дисперсное крашение были невозможны, ткань сначала обрабатывали неорганическими соединениями, так называемыми протравами. Эти вещества связываются с волокнами, а уже за них цепляются молекулы красителя (протравное крашение). В качестве протрав чаще всего брали алюминийевые и хромовые квасцы ($K_2Al_2(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$ и $K_2Cr_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O$) или глинозем Al_2O_3 . Интересно, что различные протравы позволяли окрасить ткань в разные цвета одним и тем же пигментом.

Как красили ткани

Чтобы получить средство для окрашивания ткани, иногда было достаточно отжать сок из растения, но чаще пигмент проходила экстрагировать из природного сырья горячей водой, кислотным или щелочным раствором. Эк-

стракт разбавляли, добавляли в раствор вспомогательные вещества, которые делали цвет более ярким и позволяли быстрее окрасить ткань (кислоты, щелочи, растворы солей), при необходимости добавляли и протравы.

После того как кусок ткани погружали в красильную ванну, оставалось только ждать, когда волокна насытятся пигментом. Однако скорость диффузии красителя в волокнах в тысячи и сотни тысяч раз меньше, чем в растворе, и поэтому, чтобы ускорить процесс, смесь нагревали.

Технология крашения практически не менялась веками, и еще в семидесятых годах XIX столетия красильная мастерская выглядела так, как описал М.Горький красильню своего деда: «Мастер, стоя перед широкой низенькой печью со вмезанными в нее тремя котлами, помешивал в них длинной черной мешалкой и, вынимая ее, смотрел, как стекают с конца цветные капли. Жарко горел огонь, отражаясь на подоле кожного передника, пестрого, как риза попа. Шипела в котлах окрашенная вода, едкий пар густым облаком тянулся к дверям... Двор... был весь завешан огромными мокрыми тряпками, заставлен чанами с густой разноцветной водою. В ней тоже мокли тряпицы».

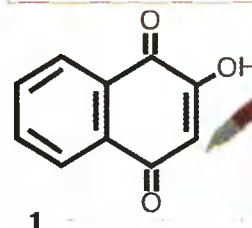
Красители, бурлившие в чанах, получали в основном из растительного или животного сырья. Перечень этих веществ составляет приличный том, но мы поговорим только о самых известных.

Хна и басма

У большинства современных красок для волос есть существенный недостаток: волосы надо предварительно обесцветить перекисью водорода. Но нам известны два природных вещества, которыми можно красить сразу. Лет пятнадцать назад, когда еще не было такого изобилия оттеночных шампуней, на прилавках наших магазинов лежали оранжевые и зеленые бумажные пакетики с хной и басмой, древнейшими красителями для волос. А что красит волосы, то красит и шерсть.

Хну, или **хенну**, красно-желтую краску, получают из листьев кустарника ло-

Лавзон 2-окси-1,4-нафтохинон



1

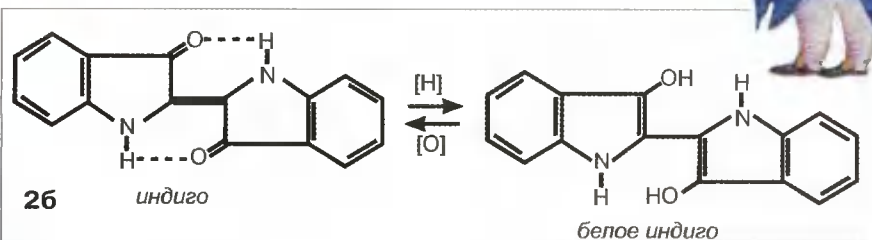
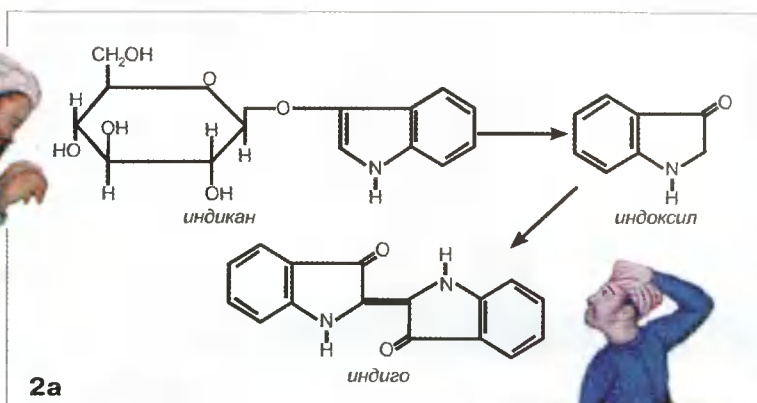


сонии невооруженной (*Lawsonia inermis*), которая растет в тропиках: от Северной и Восточной Африки до Индии. Родина культурной формы лосонии — Иран. У этого растения пышные метелки белых или розовых душистых цветов и широкие листья. Эти листья высушивают, а затем водой и эфиром извлекают из них хну, или лавзон (рис.1), которая окрашивает шерстяные и шелковые ткани в красно-бурый цвет, очень устойчивый к свету. Не только женщины, но и мужчины Востока красили ногти, волосы, а то и бороды хной в различные оттенки оранжевого. Чтобы покрасить шерстяную ткань или волосы в черный цвет, вместе с хной использовали **басму** — черный порошок из высушенных листьев индигиферы красильной. Об этом растении и пойдет речь.

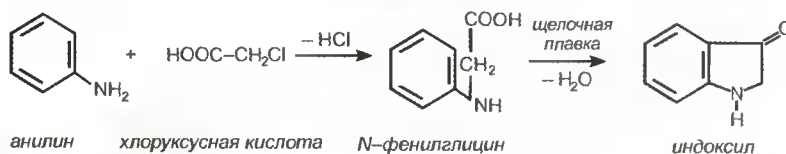
Дешевое индиго

В одной из сказок «Тысячи и одной ночи» говорится о женщине, которая бурно скорбя о своем муже, вымазала стены дома грязью и индиго. На Востоке индиго и вправду было, как грязь: более распространенной и дешевой краски, пожалуй, не найти.

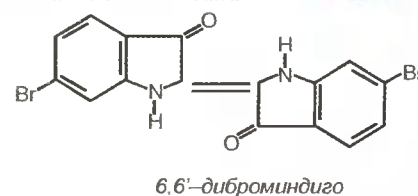
Ее название произошло от греческого слова «indikos» — индийский. Индия — родина индигиферы красильной (*Indigofera tinctoria*) из семейства бобовых, главного индигоносного растения. До начала эпохи синтетических красителей его культивировали в Южной Азии, Китае, Японии, на Филиппинах, даже в Центральной Америке, Бразилии и на Яве. Этим растением были заняты и большие поля, и маленькие крестьянские наделы. Из перистых лис-



2в



Считается, что за 1600 лет до нашей эры пурпур уже был известен финикийцам. Упоминания о нем есть в древнеегипетских папирусах, трудах Плиния Старшего и других древних авторов. Этот цвет, красный с фиолетовым оттенком, был символом власти. В пурпур одевались императоры, рим-



тьев индигоферы извлекали гликозид индикан, который при нагревании расщепляется на глюкозу и индоксил. В щелочных растворах индоксил легко окисляется кислородом воздуха в индиго (рис. 2а), которое выпадает из раствора в виде темно-синих кристаллов.

С этого момента начинаются трудности, потому что индиго почти нерастворим ни в воде, ни в кислотах, ни в щелочах. Чтобы это вещество можно было использовать в качестве красителя, его помещают в щелочную среду, где оно восстанавливается и переходит в бесцветную диенольную форму, так называемое **белое индиго** (рис. 2б). Этим растворимым лейкопроизводным (от греческого слова «leukos» — белый, бесцветный) и обрабатывают ткани. Белое индиго проникает в поры целлюлозного волокна, а затем окисляется на воздухе в исходную нерастворимую форму и окрашивает ткань в прекрасный синий цвет. (Есть и другие красители, которые нерастворимы в воде и требуют предварительного перевода в растворимую форму — их называют кубовыми.)

Индиго можно добывать не только из

индигоферы красильной. Индикан в промышленных количествах содержится в вайде красильной (*Isatis tinctoria*), которую специально культивировали в Западной Европе, в красильной горце (*Polygonum tinctorum*), (его возделывали в Китае и на Кавказе) и во многих других растениях.

Это вещество настолько широко использовали в текстильной промышленности, что оно стало одним из первых объектов исследования химиков-органиков. Его структурную формулу расшифровали в конце XIX века, а затем разработали и метод синтеза индоксила из анилина (рис. 2в). Химическое сырье оказалось дешевле натурального, и теперь джинсы красят синтетическим индиго.

Благородный пурпур

На синтезе искусственного индиго химики не остановились. Они создали на его основе множество производных, которые окрашивают ткани в самые разные цвета от оранжевого до черного. Некоторые из этих индигоидных красителей — галогенопроизводные индиго, причем один из них, **диброминдиго**, оказался красящей основой античного пурпура (рис. 3).

ские сенаторы носили тоги с пурпурной каймой. Но привилегией властителей его считали не только из-за красивого цвета и прочности окраски: этот краситель очень трудно добывать.

Основной «поставщик» пурпура — брюхоногий моллюск иглянка (*Murex brandaris*) — живет у берегов Средиземного моря. Свое название он получил из-за красивой спиральнозавитой раковины длиной около 30 см, которая утыкана тонкими длинными выростами. Все иглянки хищники. Питаются они другими моллюсками, например мидиями и устрицами, предварительно разрушив их раковины кислой слюной. В мантии *M. brandaris* находятся две железы, выделяющие слизистый секрет, который и служит сырьем для получения 6,6'-диброминдиго. Чтобы получить только один грамм красящего вещества, необходимо достать с морского дна и обработать около восьми с половиной тысяч улиток; это означает, что для окраски килограмма ткани требуется почти два миллиона иглянок! Римский император Гелиогабал носил одежды, целиком окрашенные в пурпур, и это считалось роскошью не только неслыханной, но и вопиюще неприличной.



Древняя палитра

Если пурпур был так дорог, то неужели обычные люди ходили лишь в одежде синего цвета? Есть восточная сказка о красильщике, попавшем в город, жители которого не знали другой краски, кроме индиго. Мастер стал красить их одежды во все цвета радуги и сказочно разбогател. Из текста следует, что свои красители он готовил на основе все того же индиго и тем самым превзошел достижения современных химиков. Однако на индиго свет клином не сошелся, существовали в то время и другие краски.

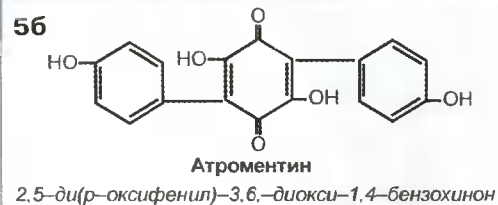
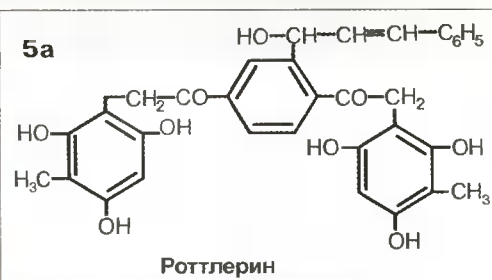
Например, были очень популярны всевозможные оттенки желтого. В Средиземноморье и Южной Азии для окраски шелка в оранжево-желтые тона еще во времена Юлия Цезаря использовали **вау**. Эту краску получают из высушенного однолетнего растения вау, или резеды желтенькой (*Reseda luteola*), от латинского названия которой произошло современное название красителя — **лутеопин** (рис. 4а). Лутеопин содержится и в других растениях: например, в красильном дроке и семенах наперстянки.

У японцев, которые жили в те времена весьма изолированно, был свой краситель. Его добывали из коры вечнозеленого дерева досс семейства падубовых (*Ilex mertensii*), что растет только

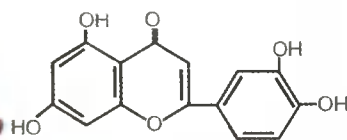
на островах Огасавара и Окинава. Это красящее вещество, которое придает желтый цвет шерсти, хлопку и шелку, протравленным алюминием, называется теперь, конечно, **доссетин** ($C_{15}H_9O_5$).

А в Индии, Китае и на Цейлоне для этих целей пользовались **камаллой** — шкуркой плодовых корочек кустарника *Rottlera tinctoria* из семейства молочайных. Если эфиром экстрагировать из камаллы растительные смолы, то из оставшейся массы можно выделить красящее вещество **роттлерин** (рис. 5а). Из одного килограмма сырья удается извлечь 100 — 120 г красителя.

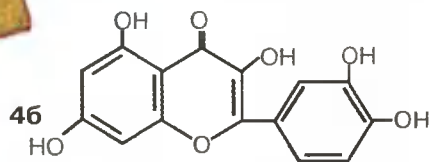
В конском каштане, виноградной лозе, хмеле, чае, красной розе, табаке, шелухе лука, коре красильного дуба и в некоторых других растениях содержится еще одно красящее вещество — **кверцетин** (рис. 4б). Экстракт дубовой коры использовали для окрашивания тканей в зеленовато-желтые тона, почками китайской грушки (*Sophora japonica*), которые тоже содержат кверцетин, красили в оранжевый цвет одежды китайских мандаринов, а какого цвета пятна от чая, вы



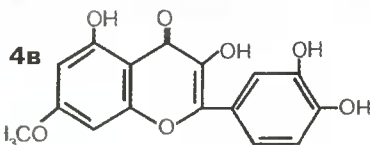
4а



Лутеопин
5,7,3',4'-тетраоксифлавоон



Кверцетин
3,5,7,3',4'-пентаоксифлавоон



Рамнетин
7'-метилловый эфир кверцетина



знаете и сами. Такое многоцветье объясняется тем, что кверцетин присутствует в растениях в виде различных гликозидов (то есть соединен с различными сахарными остатками), которые по-разному окрашивают волокна. В коре дуба, например, он соединен с рамнозой, а в китайской грушке с рутинозой (рутиноза — сложный сахар, состоящий из глюкозы и рамнозы). Чистый кверцетин придает тканям оранжево-желтый цвет, а его производное **рамнетин** (рис. 4в) из ягод колючей крушины рода *Rampus* делает шерсть лимонно-желтой.

От желтого цвета мы постепенно перешли к зеленому. Зеленую краску **локао**, или китайскую зелень, добывали из коры двух видов деревьев семейства крушиновых: жостера полезного

6а



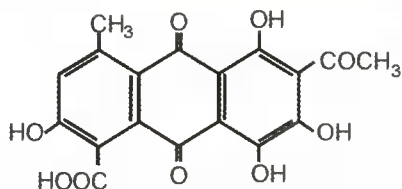
Лак-лай

(оксипантрахинокарбоновая кислота)



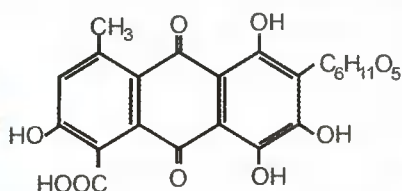
ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА.

6б



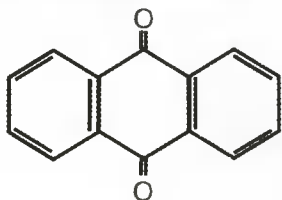
Кермесовая кислота

6в



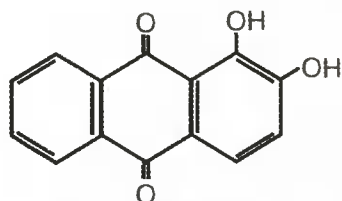
Карминовая кислота

6г



Антрахинон

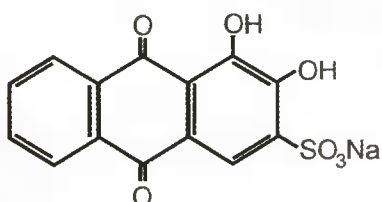
6д



Ализарин

1,2-диоксиантрахинон

6е



Ализариновый красный

(*Rhamnus utilis*) и жостера шаровидного (*R. globosa*). Локао — гликозид локановой кислоты $C_{36}H_{36}O_5$ и сахарного остатка $C_6H_{12}O_5$. Китайцы красили им хлопок и шелк в очень красивый зеленый цвет с синим отливом.

Кстати, ткань можно покрасить в синий цвет не только индиго. В XVI веке из американских тропиков пришел в Старый Свет синий сандал. Мелкие желтые цветочки кампешевого, или небесного, дерева содержат пигмент гематоксилин, способный придать тканям сине-черный оттенок.

Почти все краски, о которых мы рассказали, пришли с юга. В наши широты красители, как и пряности, обычно привозили из теплых краев, но были, конечно, и родные, российские. Самый экзотичный из них — **атроментин** (рис. 5б), который получают из гриба *Rhizillus atrotomentosus*, именуемого по-русски толстой свинушкой. Она часто встречается осенью в хвойных лесах и на старых пнях. Чтобы добыть краситель, высушенные грибы обрабатывают раствором NaOH и из полученного красно-бурого фильтрата осаждают красящее вещество соляной кислотой. Очищенный от примесей кристаллический атроментин — это блестящие листочки бронзового или шоколадно-коричневого цвета; выход вещества составляет 1,5 — 2% от массы сухих грибов. Осталось добавить хромовую протраву, и ваши варежки (или носки) приобретут приятный табачно-коричневый цвет с зеленоватым оттенком.

Список красителей получился хотя и неполный, но довольно внушительный. Однако в нем не хватает красной краски.

О пользе паразитов

Есть такие насекомые — червецы, они же кокциды, из отряда равнокрылых; их ближайшие родственники тли и цикады. У кокцид ярко выражен половой диморфизм: у самцов стройное тельце, длинные ножки и крылышки, а у самок крылья укорочены, ножки ослаблены, тела похожи на бляшечки. Эти бляшечки сидят, присосавшись к стеблям и корням растений, и пьют их соки. Пе-

реработанный сок червецы выделяют в виде сахаристых капелек, причем стараются отбросить их от себя как можно дальше, чтобы ненароком не прилипнуть навек. Вредители они, паразиты, но и от них есть польза. Дело в том, что из кокцид получают протравные красители, которые окрашивают шерсть, а иногда и шелк в разные оттенки красного.

Древесный сок, переработанный насекомыми, обогащается красящим веществом. Окрашенные выделения быстро засыхают на жарком солнце, образуя так называемый гуммилак, которым в Индии, на Цейлоне и Молуккских островах облепаны все деревья. В течение столетий жители Индии и Индонезии прилежно соскребали гуммилак и готовили из него красную краску, называемую **лак-лай**, или лак-лак (рис. 6а).

Из червецов другого вида получали так называемый **венецианский алый** (кермесовую кислоту) (рис. 6б). Эти насекомые встречаются в Южной Франции, Португалии, Испании и Марокко на каменном и кермесовом дубах, но гуммилака они не выделяют, поскольку деревья в Европе не такие сочные, как на Востоке. Краситель приходилось добывать непосредственно из высушенных телец самок (кермеса), которые содержат около 1% красящего вещества.

Венецианский алый использовали с глубокой древности, но со временем его вытеснила более дешевая **кошениль** — один из самых известных красителей и одновременно общее название нескольких видов кокцид, из которых получают эту краску. Особенно хорошо известна мексиканская кошениль, которая живет на наземных органах кошенияльного кактуса *Nopalea cochinellifera*. 140 000 насекомых весят 1 кг, а плантация в 1 га дает около 100 кг кошенили. Собранных насекомых убивают водяным паром или просто нагреванием и применяют в размолотом виде под названием кошениль. Этот порошок содержит 5 — 10% красящего вещества — карминовой кислоты (рис. 6в); шерсть и шелк получают ярко-красного цвета, причем



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

ткань, окрашенная такой краской, почти не линяет и не выгорает.

Алюминиево-кальциевая соль карминовой кислоты, которую тоже получают из кошенили, называется **кармином**. Его до сих пор используют при окрашивании микроскопических препаратов, изготовлении румян и в качестве акварельной краски. Правда, сейчас карминовую кислоту обычно синтезируют химическим путем, и небольшие плантации кошенильного кактуса остались только на Канарских островах.

Возможно, вы обратили внимание на сходство формул лак-лая, карминовой и кермесовой кислот: в своей основе они имеют ароматическое соединение **антрахинон** (рис. 6г). Пигменты, производные антрахинона, встречаются у самых разных групп живых существ. Известно около 50 пигментов растений, грибов, лишайников и насекомых, относящихся к этому классу соединений. Примером антрахиноновой краски растительного происхождения может служить **крапп**; так же иногда называют и растение, из корней которого его добывают, — красильную марену (*Rubia tinctorum*) семейства мареновых.

Красильная марена — невысокий кустарничек с метелками неярких цветков. Ради яркой и стойкой краски ее разводили когда-то почти во всех государствах Европы и Азии. Цвет ткани, окрашенной краппом, в зависимости от вида волокна и метода обработки, может быть красным, фиолетовым, оранжевым и канареечно-желтым. В 1826 году французские химики П. Робине и Ж.Колен установили структуру этого вещества; краситель получил это название **ализарин** (рис. 6д). Выяснилось, что в корнях марены ализарин соединен с глюкозой, то есть образует гликозид. Его название — руберитриновая кислота — происходит от латинского названия рода *Rubia*, к которому принадлежит растение.

Впервые синтетический ализарин удалось получить уже в 1869 году, а сейчас на его основе синтезируют и более сложные красители, которые почти полностью вытеснили натуральные. Например, сульфированием ализарина полу-

чают «кислотный красный ализариновый» — он подходит для окрашивания шерсти и шелка (рис. 6е). Крапп теперь выращивают лишь в немногих странах Азии, где используют для коврового дела. Цвета сохраняются столетиями.

О вреде и пользе нестойкого окрашивания

Время от времени одежду приходится стирать, но зачастую именно вода оказывается главным врагом окрашенной ткани. Если химическая связь, которую краситель образует с волокнами, разрушается легко, одежда линяет, пачкая при этом другую одежду, да и не только ее. Характерную сцену описал Морис Дрюон в романе «Лилия и лев»:

«...Робер, не замечая, что намочшая от пота перчатка линяет, размазал краску по лицу, и казалось, будто по щеке его стекает кровь...»

— Снимите перчатки, — обратился к ним епископ Амьенский.

Маго явилась на церемонию в зеленых перчатках, но и они тоже полиняли от жары. Так что когда над Евангелием простерлись две могучие длани, одна была алая, как кровь, другая зеленая, как желчь». А ведь действующие лица романа — знатнейшие дворяне Франции, и перчатки их, несомненно, были покрашены лучшими из имевшихся красителей. Но что говорить о проблемах XIV века, если еще в XIX дамские наряды страдали от пятен, которые оставляла обычная вода.

И все-таки, даже не понимая сути явления, люди порой находили выход из трудных ситуаций опытным путем. Например, один из старых рецептов стирки линючей одежды — стирка в холодной подкисленной воде. Современная наука обосновывает его тем, что в таких условиях многие красители переходят в нерастворимую форму. А кроме того, опытные мастера знали, с какими волокнами краситель связывается хорошо, а с какими хуже, и всегда учитывали это при окраске ткани.

Иногда подобным свойствам даже находили нестандартное применение.

Примером может служить процесс очистки **сафлорового кармина**, который получали из высушенных соцветий однолетнего растения **сафлора** (*Carthamus tinctorius*). Чтобы извлечь краситель, роскошные желтые или оранжевые корзинки соцветий диаметром до 4 см сначала высушивали и заливали водой, для экстракции из них непригодного для крашения пигмента сафлорового желтого. Красящее вещество **картамин** (рис. 5в), ради которого и затевали всю эту процедуру, в воде растворяется плохо; его извлекали слабым раствором соды. Если этот раствор затем немного подкислить, картамин выпадает в осадок, который можно либо сразу использовать для окраски тканей, либо чистить дальше.

Чтобы получить более чистый краситель, полученным осадком обрабатывали сначала хлопчатобумажную ткань, с которой картамин легко смыть раствором соды (примеси при этом остаются на ткани). Осажденный из этого раствора очищенный сафлоровый кармин поступал в продажу в виде густой красной пасты, которой красили шерсть и бумагу в вишнево-красные тона. Сафлоровый кармин широко использовали для окраски тканей до начала XX века, но он был слишком чувствителен к свету, воздуху, щелочам и хлору, а потому с развитием химической промышленности его вытеснили искусственные красители.

Давно прошли те времена, когда владыки награждали своих подданных одеждой диковинного цвета. Теперь никого никаким цветом не удивишь. Достижения современной химии позволяют синтезировать любые красители, и число их растет с каждым годом. В одном сезоне модны естественные тона, зеленые и коричневые, а в следующем — все оттенки розового и канареечно-желтый. Но мы не забываем старые краски. На арабском Востоке женщины по-прежнему расписывают руки замысловатыми узорами, используя для этого хну, а в России каждую весну красят яйца луковой шелухой.



Кандидат
биологических наук
Т.А.Бек

Теоретической наукой биология пока не стала и станет еще не скоро. Как и двести лет назад, основным ее методом остается наблюдение. Но если ученые прошлого века изучали только отдельные виды животных или растений, для простоты считая все прочее лишь средой их обитания, то сегодня становится ясно: в нашем мире все взаимосвязано. В природе существуют цепочки превращений химических веществ, в которых принимают участие живые организмы и замкнутся которым помогают геологические процессы. Убери одно-единственное звено — и характер функционирования такой бесконечно сложной и динамичной системы, как, например, море, изменится. Построить модель этого гигантского организма одним лишь биологам не под силу, это становится возможным только при тесном сотрудничестве с учеными других специальностей: геологами, географами, биохимиками. Сегодня они все чаще работают вместе, благодаря чему и появляются теоретические обобщения, которые, в свою очередь, дают пищу для новых размышлений.

фото В. Артамоновой и Ю. Пестовской



Место, где река или ручей впадает в море, называют эстуарием. Экосистемы, существующие в условиях резкого перепада солености, не отличаются разнообразием населяющих их организмов, но зато среди существ, обитающих здесь, есть очень интересные

В сумеречный осенний денек, когда небо опускается к самому морю и серые прибрежные скалы соединяют их в одно целое, когда слышны только шум ветра и грохот прибоя, хорошо думается о вечности, о том, что подобную картину можно было наблюдать и сто, и тысячу, и десять тысяч лет назад: море, небо, скалы, накат волн — все незыблемое, вечное.

Но для морей тысячелетия — не время. Двенадцать — тринадцать тысяч лет, прошедшие с той поры, когда дрогнул и начал оплывать ледник, — быстро промелькнувшие детство и отрочество Белого моря. У предшественника, плескавшегося некогда в той же континентальной чаше, — вот у того был возраст! Прежнее море возникло полтора — два

миллиарда лет назад, но теперь его следы почти стертые ледником.

Экосистема современного Белого моря зарождалась в холоде, под низким солнцем короткого лета, на голом, ободранном ледником ложе, в почти дистиллированной воде, поскольку водоем был все еще отгорожен ледяной стеной от Океана. А где-то южнее уже бродили наши предки...

Начало

Но откуда в огромной пресной луже, возникшей на месте ледника, могла взяться пастбищная экосистема — обрывчатая экосистема школьных учебников? За что было зацепиться водорос-

лям, синтезирующим свое органическое вещество из минеральных соединений при помощи солнечной энергии? Они могли поселиться разве что на пористой поверхности льда. Но столь ничтожное творчество фотосинтезирующих организмов едва ли могло создать и поддержать целую экосистему.

К счастью, суша к тому времени уже оттаяла, и формировался водосборный бассейн моря — в континентальную расщелину хлынули воды с прилегающих возвышенностей. Талые и речные воды пресного стока промывают почву и становятся растворами, несущими органико-минеральную взвесь. На этом массопотоке, вторгшемся в почти бесплодный водоем, и завязалась ювенильная экосистема моря. Впрочем, экосистемой она станет гораздо позже, когда сформируются значимые для моря круговороты веществ, а до тех пор, пока все ее балансы и пропорции зависят только от внешних причин, правильнее называть ее консорцией.

Консорция — это своего рода товарищество по совместной обработке химических соединений. Ее члены еще не имеют особых взаимных обязательств, и на ранних этапах это товарищество образовано преимущественно микроорганизмами, которые не требуют для себя никакой особенной среды.

Однажды возникнув, консорция берет на себя роль организующего начала, механизма, преобразующего и перераспределяющего химические соединения. Она создает химически неоднородную среду, обеспечивая предварительную развязку массопотоков, число которых все увеличивается. Ведь по мере того как ледяной барьер отступал все дальше к северу, очистилось ото льда краевое Баренцево море, и через него в континентальную расщелину ворвались океанические воды. А водосборный бассейн продолжал формироваться, пресный сток усиливался. Кое-что поступало даже из недр — из неглубоких разломов земной коры: морское

Еще полвека назад этот водоем был морским заливом, а сейчас вода в нем — почти пресная. Здесь морю пришлось отступить



ложе, монолитное изначально, освободившись от тяжести ледника, продолжало раскалываться на все более мелкие блоки.

Химизм водоема менялся, формировалась его гидродинамика, расслаивались и усложнялись исходные массопотоки, а значит, разрасталась и консорция. Теперь она вбирала и отбирала для себя все более совершенных, эволюционно продвинутых пришельцев со всех концов — от Атлантики до Тихого океана. Большинство новых жильцов были нетребовательны к условиям среды, легко переносили перепады температуры и солености. Все вместе они заполнили собою водоем: толщу воды и осадки, которые успели накопиться в нем.

Внутри этой слабо структурированной динамичной биомассы самоорганизовывались недлинные технологические цепочки. Обитатели моря вырывали из основных массопотоков все большее число химических соединений, вовлекая их в синтез живого органического вещества. И даже когда они умирали и разлагались, вещество уже не возвращалось обратно: консорция формирует на массопотоках своеобразные петли и петельки, усиливая неоднородность среды и концентрируя отдельные химические соединения, в первую очередь те, что содержат углерод, азот и фосфор. Именно здесь возникают новые «рабочие места» — экологические ниши, где поселяются новые пришельцы. Они, как правило, более требовательны к условиям обитания и более специализированы: рыбы, птицы, морское зверье. И отку-

да бы они ни явились, отныне Белое море — их родной дом.

Как устроен этот дом

Биотоп — местообитание живого. «Биос» — жизнь, «топос» — место. Уберем живое, и останется только место. (В водных экосистемах убрать биос можно только на минутку, иначе в непрерывной среде топоса тут же пойдут волны изменений.) Если же отвлечься от разнообразных экологических ниш, начнет проступать голый архитектурный принцип — геометрия пространства.

Геометрия биотопа беломорской экосистемы — результат геологической истории этого района. Именно здесь континентальная кора оказалась расколота на три больших куска: Кольский, Беломорский и Карельский мегаблоки. Находящиеся в движении с самого архея, да еще прижатые ледником, они до сих пор разгружаются рывками: отдельные более мелкие блоки выскакивают из них, как клавиши, поднимаясь с большей скоростью, чем другие участки морского дна.

В замысловатую по конфигурации и беспокойную расщелину, которая служит ложем водоема, через краевое Баренцево море проникают океанические воды, раскрученные конвейерной лентой течений (см. рис). Сюда же непрерывно стекают реки почти всего Европейского севера России и — эпизодически — его талые снега. Почти не задерживаясь в Белом море (полный водообмен происходит в течение двух

лет), смешанная и изменившая свои изначальные характеристики вода снова возвращается в Ледовитый океан.

Несмотря на то что Белое море глубоко врезано в континент, система его водообмена — часть общей циркуляционной системы Мирового океана. Это означает, что геометрию водного объема задают события, происходящие в Океане, то есть крупномасштабные явления, которые влияют на климат планеты в целом.

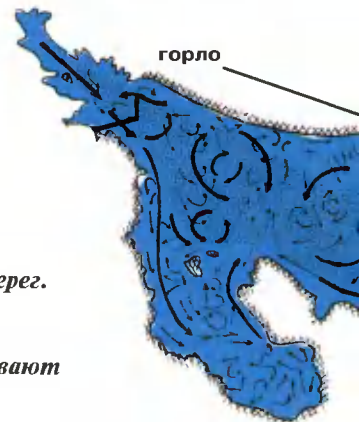
НИИЧАВО

Братья Стругацкие придумали такой НИИ — Чародейства и Волшебства. Снаружи вроде бы обычный дом, а внутри — совершенно неопишуемые виртуальные миры. Что-то похожее представляет собой и беломорская экосистема с ее биотопом.

Центральная ее часть — трехэтажная. Впрочем, эти три этажа почти в одно и то же время могут существовать как два или четыре, а возможно, даже пять или шесть. Нижний этаж образуют «бывшие океанические» воды, встретившиеся с пресным стоком в горле и воронке Бе-



Прирастающий берег. Различные виды растительности постепенно осваивают морской осадок





лого моря (см. рис). Эта встреча происходит зимой, когда поток из Баренцева моря холоден и тяжел. Едва миновав мелководные аванпосты Белого моря, он соскальзывает на дно его котловины. Следующей зимой нижний этаж частично обновится, а его верхняя часть примкнет ко второму, который образуют летние баренцовоморские воды, теплые и почти столь же легкие, как и движущиеся им навстречу пресные. Смешивание происходит на всей акватории, но особенно велик вклад в этот процесс Северной Двины.

Третий этаж возникает в начале лета за счет верхней части второго, которая прогревается, огрессняется дождями, стоком из болот, ручьев, малых рек и активно взаимодействует с воздухом. Осенью, когда действие этих факторов ослабевает, третий этаж вновь сливается со вто-

рым. Эпизодическое (не каждый год и не везде) возникновение промежуточных этажей отражает более тонкие особенности смешивания вод. На семь-восемь месяцев в году над многоэтажным домом вырастает чердак — ледовый покров, который тоже не лишен привлекательности как жилплощадь для некоторых видов растений и животных.

Чем ближе к берегам, тем менее устойчивой становится описанная здесь конструкция: исчезает нижний этаж, сливаются вместе два верхних. Конфигурация берега и трение воды о дно нарушают движение воды по инерции, заданное изначально Океаном. В прибрежноморской зоне горизонтальная структурированность воды начинает преобладать над вертикальной: бывшие этажи распадаются на отдельные циркуляционные ячейки. Иногда эти округлые «комнаты» держатся более или менее на одном месте, а порой они вольно дрейфуют вдоль берега. Коридорами между ними служат воды многочисленных рек, впадающих в Белое море.

Каждую весну на «комнаты» обрушивается все, что удалось соскрести и смыть с довольно хрупкой северной почвы снегу, а затем паводковым водам: это и минеральные частицы, и фрагменты наземной растительности,

и растворенная органика. Все эти приобретения море тут же сортирует в соответствии с их гидродинамическими свойствами, и вскоре они занимают вполне определенные места. С течением времени часть «комнат» загромождается на-

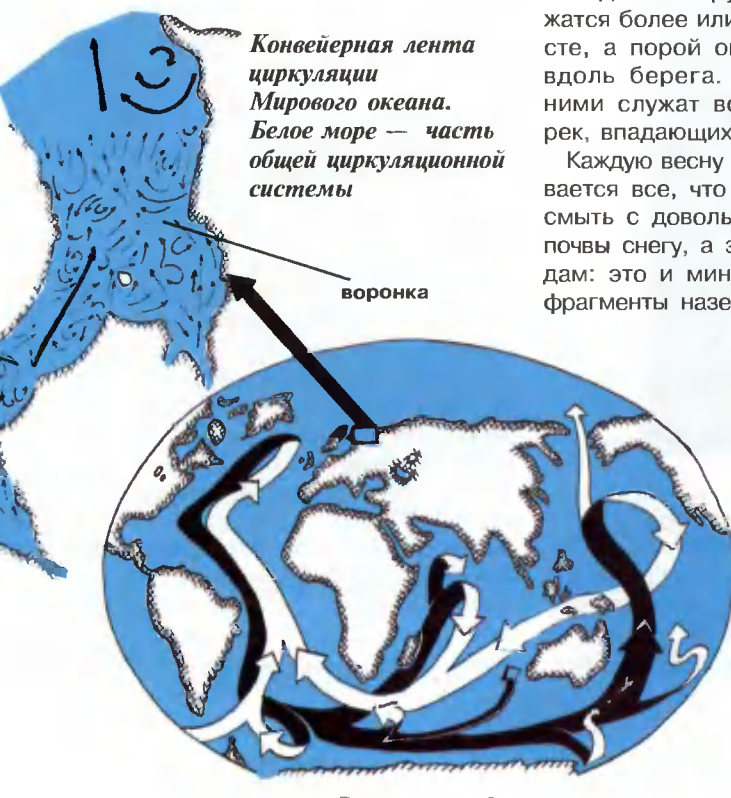
столько, что они отделяются от моря, либо превращаясь в прибрежные озера и болота, либо примыкая после ряда преобразований к наземным экосистемам.

Коридоры, образуемые в море впадающими сюда реками, — эстуарии — тоже непросты и непостоянны. В некоторых из них преобладает вертикальная структурированность, в других — горизонтальная. Так же как и в прибрежноморской части, здесь возникают циркуляционные ячейки и происходит переотложение осадка, но уже по другим законам.

Флигель

В отличие от центральной части моря, где цепочки преобразований химических соединений относительно замкнуты и постоянно происходит переход от минерального вещества к органическому и обратно, для периферии решающее значение имеет все то же древнее явление — сток с суши. С этим стоком работают две пограничные службы: одна обрабатывает истинно терригенный сток, вторая — речной. Впрочем, граница между этими массопотоками достаточно условна.

Смысл существования пограничных служб — преобразование чуждой морю органики и ее сортировка. Часть вещества, задержанного здесь, формирует ту среду, в которой только и могут существовать подобные сообщества. Объединив массопотоки и работающие с ними сообщества организмов в одно целое, мы получим то, что можно назвать прибрежной экосистемой. В ней существуют свои продуценты — фотосинтетики: зеленые, бурые и красные водоросли, а также сосудистые растения. Цепочки преобразований отдельных химических соединений внутри экосистемы неравномерно растянуты во



От моря до леса — один шаг по вертикали. Вверху, куда не часто долетают соленые бризги, этот камень порос мхом, а нижнюю его часть, залитую водой во время прилива, облюбовали водоросли (фукусы) и рачки-балаюсы



времени и пространстве, а потому судить о том, насколько близки они к замыканию, достаточно трудно. Так, растения, обитающие здесь, в натуральном виде почти никто не ест, и они становятся пищей животных только после отмирания и длительной переработки, ко-

торая превращает их ткани в мелкие кусочки, обросшие микроорганизмами, то есть в детрит. Детрит разносится водой, и море сортирует его. На каждый сорт детрита находится свой беспозвоночный потребитель (он же преобразователь), а уж беспозвоночными — тру-

жениками и вегетарианцами — кормятся пришельцы из других частей беломорской экосистемы и даже с других уровней биосферы, которые перетаскивают таким образом вещество с уровня на уровень. В прибрежной зоне откармливаются рыбы, мигрирующие далеко за ее пределы, ее навещают наземные насекомые и грызуны, а на скопления мидий выходят даже медведи.

Но главное, своей биомассой она поддерживает водоплавающих птиц. Сколько и чего извлеченного птицами из моря улетает из него навсегда, оценить сложно. Гнездятся на Белом море около ста тысяч пар, минуют его транзитом, подкармливаясь на мелководьях, — миллионы; кое-кто является даже из леса. Прилетает пара, улетает выводок: мясо, перья, клювы и лапы; и все это из ничего — из двух зародышевых клеток!

Обе части прибрежной экосистемы — прибрежно-морская и зстуарная — это биофильтры. Через них преобразованная органика проникает во внутренние части моря. Ее основные преобразователи — диатомовые водоросли, ковром покрывающие все живые и мертвые субстраты от минеральных частиц до крупных водорослей, а также медузы. Микроскопические растения вместе с детритом крутятся в бесчисленных детритных круговоротах. Медузы действуют в прибрежной зоне; как и в толще воды центральной части водоема, здесь они разлагают органику до удобоваримого состояния. Свободно плавающие медузы постоянно отпочковываются от полипов (прикрепленная вегетативная



*Здесь побеждает море.
Оно подтачивает скалистый берег
и уносит обломки*

одну, вторая, видимо, более отдалена от морских нужд и более своеобразна. Эстуарная экосистема (если это и впрямь экосистема) благодаря грандиозным масштабам речного водосбора принадлежит почти биосферному уровню — уровню море/суша.

Сток беломорских рек несет с собою огромное количество органического вещества, но преимущественно в форме слабгидролизуемых и, стало быть, слабоусвояемых веществ гумуса. Сколько из них задерживается на барьере река/ море и сколько уходит в морские глубины? Значительная биомасса синезеленых водорослей, которые сами по себе являются маленькими консорциями (причем самыми древними на планете), свидетельствует, что большая часть органики, скорее всего, задерживается.

Большое биоразнообразие для экосистем в тех мест, где в море впадает река, нехарактерно. Ведь организмы, обитающие здесь, оказываются в трудном положении: соленая вода норовит сжать живую клетку, а пресная — разорвать ее. Не многие живые существа способны преодолеть этот барьер, но к их числу относятся и такие сложные организмы, как проходные и полупроходные рыбы: эти обитатели морских глубин заходят в реки на нерест.

...и задворки

На дне, во мраке и холоде, среди фекалий и другого органического вещества, окончательно забракованного верхними жильцами, трудится товарищество по утилизации отходов. Пока вещество еще не окончательно спрессовано и соприкасается с водой, из него извлекаются последние соединения, представляющие интерес для ныне действующей экосистемы.

Основные деятели этого сообщества — двустворчатые моллюски, и в первую очередь портландия. Это очень древний моллюск. Он неприхотлив, но зато большой консерватор. Предполагают даже, что у него вообще нет собственных пищеварительных ферментов и работу по переработке органики вы-



ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

полняют за него бактерии: он им — дом, а они для него — кормильцы.

Мирное течение этой скромной жизни прерывают клавишные разгрузки морского ложа, когда немалые куски дна подсакаивают и начинают подниматься к поверхности. Если в процессе этого движения тонкий, насыщенный неудобоваримой органикой осадок размывается, лавочка закрывается полностью. Если же осадок сохраняется, то портландия, в отличие от других обитателей глубокого дна, смиряется с новой жизнью в более теплой и опресненной воде и спокойно продолжает трудиться, разлагая с помощью своих бактерий эстуарные осадки или даже антропогенную органику.

Мир тебе, Белое море!

Живет то, что движется. Бесконечная подвижность всей среды моря поддерживает его таинственную жизнь. Пожалуй, Белое море уже миновало подростковый период, когда все так нескладно и непропорционально. Его основные системы уже определились, и наступила плодотворная юность. Плодотворная потому, что есть чему зреть. Ведь траектории превращений химических соединений в экосистемах могут становиться все более замысловатыми и требовать все новых и новых носителей. Их, в свою очередь, можно отбирать из полиморфных популяций тех видов, что уже закрепились в море. Есть чему и зарекомендовать: любой биолог свободно перечислит с десяток консорций, активно формирующих свою особую среду: взять хотя бы постоянные водорослевые выбросы — те, о которых поется «...эту пряную перину море вынесло на берег...». Уж не экосистема ли это? Юность Белого моря плодотворна еще и потому, что наводит на размышления. Автор не думает, что все его построения бесспорны, и с благодарностью примет критику как биологов, так и тех коллег, которые отвлекли его от собственно биологического материала и заставили взглянуть на вещи шире: географов А.Н. Пантюлина, С.В. Чистова и Н.В. Шевченко. Размышлениям этим очень способствовала поддержка РФФИ.

стадия развития тех же медуз), которые живут именно на мелководьях. Уж не для того ли, чтобы не унесло от того места, где они всегда нужны?

Мощным преобразователем является и консорция двустворчатого моллюска мидии — та самая, с которой когда-то начиналась экосистемная наука. Именно эта консорция и была впервые описана Мебиусом как экосистема. Мидии не слишком требовательны: они селятся на всех потоках, где есть подходящие для них субстраты (камни или вообще что-нибудь твердое): в приливно-отливной зоне и ниже ее — до тех пределов, где еще ощущается поток; каймой — вокруг открытых морскому прибою островов; муфтой — в эстуариях рек. Отфильтровывая любую взвесь и попутно концентрируя некоторые микроразлементы, мидия строит свое тело и раковину. Жидкие отходы этого производства создают питательную среду для разнообразных микроорганизмов, которыми подкармливаются остальные члены консорции. Твердые отходы мидия сбрасывает вниз. После долгой переработки донным населением, в основном микроорганизмами, они уходят в геологический круговорот, и наши потопки обнаружат их как геохимические аномалии, например в виде залежей тяжелых металлов.

Двор...

Хотя прибрежно-морская и эстуарная части прибрежной экосистемы логикой своего существования объединяются в



Заметки об экологической ментальности австралийцев

Я всегда мечтала о южных континентах. Для ботаника слова «Австралия», «Южная Америка», «Южная Африка» звучат дивной музыкой. Помню в юности, листая «Жизнь растений» Кернера, не могла наглядеться на иллюстрацию с подписью «Безсмертники и хрустальные травы на мысе Доброй Надежды». На картинке трудно было разглядеть детали, но как это звучало — «хрустальные травы»!

И вдруг мы с коллегой, профессором Элеонорой Габриэлян, летим в одно из самых заманчивых мест — в Австралию, на конференцию по однодольным растениям. Из сентябрьского ласкового, солнечного Еревана попадаем сначала в холодную Москву, а затем — в Бангкок, который встретил нас мягким-мягким воздухом и мелким дождиком, где милые тайки с большими зонтами проводили нас от трапа до автобуса. После двухчасового перерыва, за время которого мы успеваем полюбоваться дивными орхидеями в аэропорту, снова оказываемся в самолете — «боинге» австралийской компании. Сидим в центральной части салона почти под экраном, где все время что-то мелькает и где самое интересное — информация о полете с картой, маршрутом и другими подробностями.

Еще десять часов полета, и мы в Сиднее. Аэропорт там не такой нарядный, а воздух более свежий, чем в Бангкоке. У нас было с собой немного «контрабанды» — домашней выпечки (в Австралию ввоз любой биологической продукции запрещен — карантин), но мы все же прошли по зеленой дорожке. Нас встретил наш соотечественник, осевший на этом континенте. (Армянская колония Сиднея — самая большая в стране.) Две местные армянские семьи опекали нас и пятнадцать дней нашего пребывания возили по городу и окрестностям. Мы поселились в маленькой гостинице, похожей на пряничный домик, в Кенсингтоне. Там же находился и Университет Нового Южного Уэльса, где должна была проходить конференция.

В Сиднее стояла весна. Погода напоминала апрельский или даже майский Ереван — тепло, а временами жарко. На всех улицах росли, цвели и поражали воображение экзотические деревья. А цветы! Все, что мы лелеем в горшках на наших подоконниках или в оранжереях, здесь растет почти без присмотра. Кливии, пеларгонии, нефролеписы, сантевьеры, гиппеаструмы, кринумы — все это само лезет из земли, не нуждаясь в поливе, грядках и прочем уходе.

Интересные растения можно встретить совершенно неожиданно... Не забуду своего удивления, когда в двух шагах от автобусной остановки я обнаружила россыпь блестящих розовых звездочек — розовую ромулею, африканское растение из семейства касатиковых. И это не исключение: в Австралию занесено много африканских видов, которые стали частью местной флоры.

Корпус университета, в котором проходила конференция, располагался близ цветущей Ботанической улицы. Впрочем, вне зависимости от названия цветущими были почти все сиднейские улицы — их украшали коралловые деревья с пучками алых цветков на кончиках ветвей, каллистемоны с пурпурными цветками, похожими на ершики (они и называются по-английски «bottle brush» — «бутылочная щетка»), гревиллеи невероятных расцветок, цветущие эвкалипты с красными цветками. В австралийской флоре вообще преобладают красные цвета, в отличие от Северного полушария, где чаще встречаются белый и желтый.

Перечислить все флористическое богатство Сиднея невозможно. Палисадник с цветами здесь у каждого дома. У нашего спутника тоже, и он с гордостью показывал нам впервые зацветшую там ксанторрею (см. фото) и гигантские соцветия дориантеса. Дориантес — одно из самых интересных растений для специалистов по однодольным; его место в системе цветковых очень спорно. В свое время я изучала его семена, надеясь найти новые данные для систематики, но

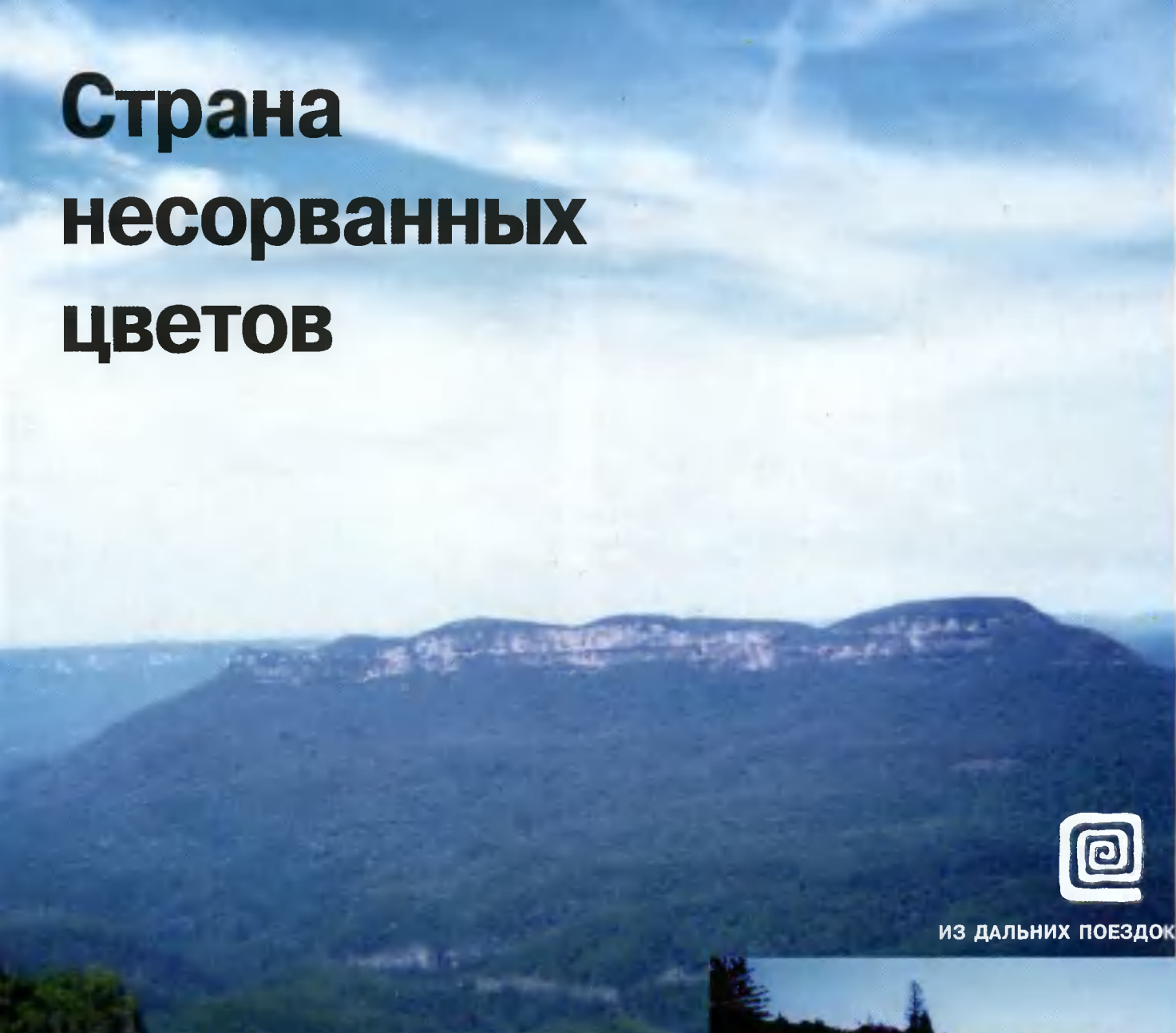
никак не ожидала встречи с ним в окрестностях одной из бензоколонок Сиднея.

Еще одна особенность Австралии: нигде нет мусора. За пятнадцать дней мы ни разу не видели, чтобы кто-то его убирал. У людей нет привычки бросать мимо урн? А может, они боятся строгих законов? Нам так и не удалось это понять.

Не знаю, как насчет мусора, но за сохранностью деревьев там следят строго. Даже частный владелец без разрешения муниципальных властей не имеет права срубить дерево на собственной земле. Получить такой документ — непростая процедура. Точно так же в Австралии нельзя собирать гербарий без разрешения соответствующих органов, а оформить его нужно еще до прибытия в страну. Мы попытались, но не смогли — надо



Страна несорванных цветов



ИЗ ДАЛЬНИХ ПОЕЗДОК

было перечислить местные и латинские названия растений, которые хотели собрать. Пришлось отказаться от этой мысли и понадеяться на помощь местных ботаников. Но и они не смогли помочь! Нам пришлось удовлетворять свои ботанические страсти за счет садовых коллекций наших новых друзей.

Впрочем, это был неплохой выход из положения. В Австралии уже давно пропагандируют местную флору. Во всех цветочных магазинах, на рынках предлагают рассаду, взрослые растения, букеты. Их изображения украшают этикетки шампуней, контейнеры для молока и прочие упаковки (фауну поместили на монеты). Везде есть названия растений — английские, а иногда и латинские, и наши австралийские друзья многие из них знали.

Что еще сказать об отношении австралийцев к своей природе? Мы ни

Голубые горы



Пляж в Сиднее

разу не видели, чтобы кто-нибудь из них походя сломал ветку. О букетах, собранных на цветущих пространствах, не могло быть и речи, это нонсенс. И вероятно, здесь дело не только в любви к живому, к растениям, природе — просто это запрещено законами, которые здесь имеют обычное соблюдение. Наши спутники не раз предупреждали нас об этом и

советовали не собирать растения (несмотря на запрет, мы этим потихоньку занимались). И вот однажды пришлось убедиться в их правоте.

Мы были на одном из многочисленных сиднейских пляжей синего-синего Тасманова моря, переходящего в Тихий океан. Народу — никого, вокруг только пеликаны и араукарии. Изредка попадались ракушки, и мы



*Новозеландский лен
Phormium tenax*

с упорством туристов их разыскивали — все-таки сувенир с берегов Великого океана. И вдруг из прибрежного коттеджа вышла женщина и разъяснила нам, что здесь ничего трогать нельзя — запрещено законом. Оставалось только сделать вид, что мы ничего не поняли, и быстренько убраться с пляжа.

Итак, первые две компоненты национальной ментальности австралийцев — любовь к природе не на словах, а на деле, и уважение к закону. Третью составляющую, вероятно, можно сформулировать следующим образом: здесь не только человек, но и остальные виды живых существ имеют свою территорию, закрепленную законом. Люди закон знают, а все остальные о нем догадываются.

Что меня особенно поразило в Австралии? Никогда не догадаетесь. Заборы! Там их много. Огорожены не только частные владения, но и многие общественные места, особенно вдоль туристических маршрутов. Я вспомнила уроки английской истории про огораживание пастбищ, против чего бунтовали бедные крестьяне — их скот оставался голодным. В Австралии много примет сродства с Англией, может быть, эти заборы — одна из них. Но в отличие от давних веков никто не бунтует, и туристы без ропота, чинно ходят только по огороженным тропинкам.

В один из последних дней в Австралии нас повезли к Голубым горам. Они невысокие, около 900 м над уровнем моря. Нам, постоянно живущим на больших высотах (в Ереване — от 800 до 1200 метров и более), казалось немного странным, что туда потоком шли туристы. Однако мы не

стали сопротивляться и были вознаграждены — увидели в первый и в последний раз за нашу поездку австралийского аборигена. Он зарабатывал деньги, демонстрируя себя в национальном наряде (то есть полуголым, с раскрашенным лицом) и с местным музыкальным инструментом — очень длинной трубой с не-обычным, довольно красивым звуком.

К аборигенам я еще вернусь, а пока про горы. Все дороги, естественно, огорожены. Но если подойти к ограде и заглянуть в чашу, которую образуют склоны гор, заполненную сизым эвкалиптовым лесом, становится ясно, и почему горы Голубые, и почему сюда стремятся люди. По огороженным тропинкам можно спуститься вниз к лесу или подойти к знаменитым скалам — «Трем сестрам». При этом лес живет своей жизнью, в нем не вытоптаны подлесок и травяной покров. Сколько там было интересных растений, включая орхидеи, рослянку и другие соблазнительные для ботаника вещи! Звери тоже преспокойно занимались своими делами. В шаге от бетонной тропы голубоязыкая ящерица (так ее назвал наш спутник, кстати, бухгалтер по профессии) кого-то уплетала, при этом позволяя себя фотографировать.



Ксанторрея

Неожиданная переключка времен и мест. В моей жизни был любопытный эпизод, связанный с защитой докторской диссертации. В ее последней главе одна-две страницы были посвящены теории движения континентов, которая развивалась из гипотезы Вегенера. Это кому-то не понравилось, показалось слишком претенциозным. Меня пытались заставить выкинуть эту часть из работы, но я не согласилась. С тех пор прошло десять лет, и вот в далекой Австралии я буквально везде наткнулась на пропаганду этой теории. Мне кажется, об этом написано во всех книжках, предназначенных для туристов, для детей, не говоря уже о роскошных изданиях, посвященных палеоботаническим раскопкам в Антарктиде и Австралии. Но самое интересное было в Сиднейском зоопарке. Он начинается с модели земного шара, на которой можно двигать континенты, превращая их в древнюю Гондвану и в еще более древнюю Пангею. Я сначала недоумевала, но потом, кажется, поняла, почему вегенеровская теория стала почти народной в Австралии. Это ностальгия по большой земле, по родине предков. Теория дает шанс претендовать на былую общность, напоминает о



близости с остальным, теперь таким далеким миром. Это еще одна составляющая менталитета австралийцев. Думаю, что моя поездка — это награда за солидарность с ними, и я была права, не убирая те две страницы из диссертации.

Ну, а теперь об аборигенах. На улицах Сиднея я их не видела. Может быть, они и были, но без национальной одежды я их не узнавала. Однажды мы проезжали через район, в основном населенный ими (так нам сказали), но, наверное, в этот момент у всех жителей были срочные дела дома, и на улице ни одного аборигена не появилось. Зато я видела плакаты, лозунги, даже просто бумагу для записей, на которых были изображены разноцветные рожицы (как в детском рисунке) и призыв дружить и бороться с расизмом. Может быть, это в большей степени относится к монголоидному населению Сиднея (в городе многочисленная китайская колония, в университетах много студентов со всей Восточной и Юго-Восточной Азии).

В последнее время, если я правильно поняла, аборигены стали больше говорить о своих исконных правах на пятый континент. Но я заметила и другое. Среди белого населения

очень популярна теория о некоренном происхождении австралийских аборигенов, утверждающая, что они прибыли сюда с тихоокеанских островов. Мне кажется, это попытка уравновесить ситуацию. Ведь в этом случае все австралийцы — мигранты, просто одни — более ранние, а другие — более поздние. Беру на себя смелость сказать, что и это — компонент австралийской ментальности: здесь нет чужаков, все равны на этой земле.

Но вот конференция закончилась, а еще через несколько дней закончилось и наше путешествие.

Обратно мы возвращались через Сингапур и Дубай. Сначала наискосок пересекли Австралийский материк. Я увидела сверху зеленый Новый Южный Уэльс, потом великую пустыню Центральной Австралии, дивную синь Индийского океана, острова Индонезии. Первое приземление было в Сингапуре. Из самолета мы попали прямо в аэровокзал и могли два часа любоваться живыми орхидеями, которые понравились мне даже больше, чем в Бангкоке. Еще через несколько часов была посадка в Дубае. Это совершенно иные ощущения — из самолета попадаешь прямо в пекло (при

том, что мы были там в октябре). И наконец, Москва, более холодная, чем 15 дней назад.

Здесь с нами случилось неприятное происшествие. Через три границы — австралийскую, сингапурскую и российскую мы везли букет дивных австралийских цветов. Чего только в нем не было: банксии, ворота — символ штата Новый Южный Уэльс, немного похожие на хризантемы с необычным оттенком малинового цвета; забавные «лапки кенгуру», или анигозантосы, и многое другое. И вот где-то в Москве цветы потерялись...

Надеюсь, тот, кто нашел драгоценный букет, не разозлился, что это всего лишь цветы, принес их домой, поставил в воду и показал своим друзьям, как это хотели сделать мы. Очень на это надеюсь. Потому что хочу, чтобы и про нас стали говорить: мы любим все живое и готовы и для других живых существ оставить место на нашей такой большой и такой маленькой планете. Хочу, чтобы и наша ментальность была такой же экологичной, как у австралийцев.

Доктор
биологических наук
Г.Г.Оганезова

Особенности любимого вида спорта средней полосы

Ответ на многочисленные письма читателей, которые спрашивают, выпускают ли сейчас деревянные лыжи и как самому сделать лыжную мазь.

Большинство читателей нашей страны любят по выходным побегать в лесу на равнинных лыжах, и это действительно полезно для здоровья. Но старые деревянные лыжи часто ломаются и выходят из строя, и настает время идти в магазин за новыми.

Классические деревянные лыжи сейчас выпускают только два российских комбината: Волжский («Мари Эл») и Нововятский в гор. Кировске («Нововятка»). Остальные предприятия перешли на пластиковые: их выпускает Карельский комбинат («SORSU»), Нововятский и подмосковная фирма STC. В общем это понятно — хотя пластиковые лыжи пришли к нам из Европы, где дерево в большом дефиците, у них есть преимущества перед деревянными: они меньше изнашиваются, более упругие и лучше скользят, да и весят значительно меньше. Никто из лыжников, хоть мало-мальски считающий себя профессионалом, на деревянные лыжи уже не встанет. Но все-таки для любительских прогулок по зимнему лесу они вполне хороши и в 2–5 раз дешевле пластиковых.

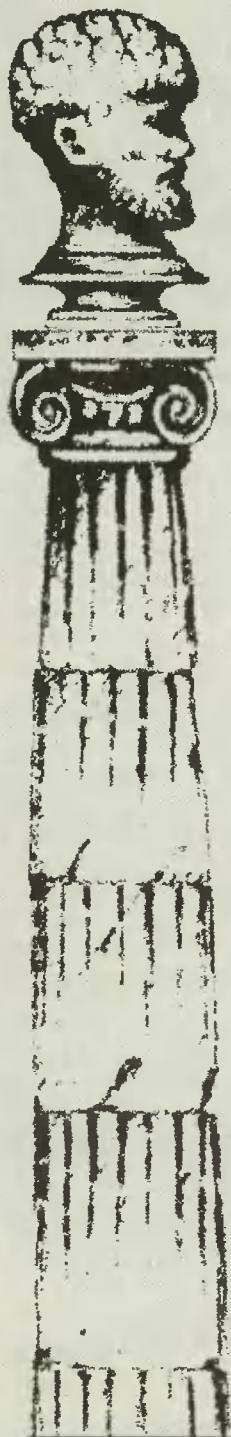
Пластиковые лыжи тоже сильно различаются по цене. Чтобы понять, откуда берет-

ся разница почти вдесять раз, надо знать их устройство. А оно простое — две длинные пластины (верхняя и нижняя), промежуток между которыми, называемый клином, заполнен различным материалом. Нижнюю скользящую поверхность покрывают пленкой полиэтилена толщиной 1,2 мм. Так вот, в дорогих пластиковых лыжах нижняя пластина — это стеклоуглепластик высокого качества, а нижняя пленка — полиэтилен с очень большим молекулярным весом (1–3 млн а.е.), который прекрасно скользит при любой погоде. В качестве клина в таких лыжах, как правило, используют сотопласты (полимеры или стеклопластики, имеющие структуру сот). В дешевых пластиковых лыжах нижняя пластина — это обычный стеклопластик, покрытый со стороны скольжения обычным экструзионным полиэтиленом с небольшой молекулярной массой (100–150 тыс. а.е.). Он хорошо скользит при нулевой и положительных температурах, а вот при минусе могут быть проблемы. Середина заполнена кусочками склеенной древесины (береза, осина) или комбинацией пенопласта и дерева.

Допустим, лыжи вы обновили. Но это далеко не все. Чтобы они хорошо скользили (и пластиковые, и деревянные), их нужно мазать лыжной мазью. Единственное место в России, где лыжные мази делают по науке — это Всесоюзный институт по спортивному и туристскому изделиям (ВИСТИ). Там, в лаборатории «Лыжных мазей», этой проблемой занимаются уже более 30 лет. Казалось бы, чего проще — просмолил деревянные лыжи, свечкой помазал и бегом. Но в этом процессе задействована и химия, и трение, и сопротивление материалов, и каждая из этих наук диктует свои требования.

Как происходит скольжение? Если посмотреть на нижнюю поверхность лыж под микроскопом, то мы увидим, что она слегка шероховатая. То же можно сказать и про снег, состоящий из отдельных кристаллов. Когда лыжа стоит на снегу, кристаллы снега проникают в неровности лыж. Затем лыжник трогается с места, микрокристаллы смещаются и плавятся в результате трения. Образуется тонкая пленка воды, которая и служит микромазкой. Количество воды должно быть оптимальным — не больше и не меньше. Вот для этого и нужна смазка, чтобы в разных условиях образовывалось нужное количество воды. Если снег мягкий, то лыжи соприкасаются с ним плотнее, требуется большее усилие, чтобы сдвинуть лыжи, и воды образуется слишком много. А с твердым настом контакт меньше, трение меньше, стало быть, образовавшейся воды для смазки не хватает. Теперь представьте себе, какое количество факторов влияет на скольжение: температура воздуха, качество снега, влажность, зернистость. Поэтому и мазей нужно много: стоит температуре измениться на один градус, как пограничное трение меняется и нужно обрабатывать лыжи другим составом.

Есть еще один важный момент. Смазка должна не только обеспечивать скольжение, но и держать лыжу при отталкивании, чтобы она не проскальзывала назад. Поэтому выпускают два типа смазок: лыжные мази (держат и облегчают скольжение) и мази скольжения (парафины). Основные компоненты лыжной мази — парафины, церезины, полиизобутилены, политерпены, воск и канифоль. Именно их сочетание создает нужные механические свойства в мазях для разной погоды. Но это еще не все, нужны специаль-



ные добавки, которые обеспечивают скольжение и поверхностные свойства. Это модная сейчас фторорганика, кремнийорганика и поверхностно активные вещества. Что касается мазей скольжения (или парафинов), то в них в основном входят парафин, церезин и воск. Поскольку это все названия классов соединений, а их может быть очень много вариантов, становится ясно, что самому приготовить хорошую лыжную мазь вряд ли удастся — это целая наука. Более того, каждого типа мазей (лыжных и скольжения) примерно по двадцать видов!

Для пластиковых и деревянных лыж используют одинаковые мази, но наносят их по-разному. В деревянных лыжах нагрузка распределяется равномерно по длине, поэтому у них мажут всю нижнюю поверхность держащей лыжной мазью. В пластиковых лыжах нагружена только средняя часть лыж, поэтому ее мажут лыжной мазью (чтобы можно было оттолкнуться), а носок и пятку — мазями скольжения. Более того, для пластиковых лыж делают специальный парафин-грунт; им нужно обязательно обработать новые лыжи, а потом использовать несколько раз в сезон. Это вроде мыла, которое очищает загрязнения и пропитывает полиэтилен. После этого получается монолитная поверхность с хорошей адгезией к любой смазке.

И в заключение — небольшое напоминание. Не храните лыжи на балконе! Деревянные за один сезон пропитываются влагой, а потом высыхают и перекриваются. Пластиковые лыжи тоже набирают влагу через микротрещины, а кроме того, на солнце полиэтилен стеклется и покрытие нижней скользящей части портится.

**Б.А.ГУБАТЕНКО,
А.П.БЕЗРУКОВ,**
старшие научные
сотрудники ВИСИ

Пчелиный хлеб

Недавно я купила на рынке сот с медом. Он был светло-коричневый, а некоторые ячейки заполнены темной, кисловатой на вкус массой. Что это такое и можно ли это есть?

М.Воробьева, Воронеж

Темные ячейки в купленном вами соте заполнены пергой. Это смесь цветочной пыльцы и меда, особым образом переработанная пчелами. С ранней весны, когда зацветают орешник, ива и мать-и-мачеха, пчелы начинают собирать пыльцу. Часть ее сразу идет на корм подрастающему поколению, а то, что остается, пчелы перерабатывают в белково-углеводные консервы — пергу.

Это происходит так. Собранный пергу пчелы увлажняют нектаром и слюной, затем складывают в сотовые ячейки и плотно утрамбовывают головой. Заполненную примерно на треть ячейку заливают медом. Он пропитывает верхний слой пыльцы, чтобы защитить ее от воздуха. В анаэробных условиях под действием ферментов, бактерий и дрожжевых грибков начинается процесс молочно-кислого брожения. Молочная кислота отлично консервирует смесь пыльцы с медом, превращая ее в пергу. Затем пчелы запечатывают готовые ячейки, обеспечивая свое потомство высококалорийным кормом (он пригодится в феврале-марте, когда пчелы еще не выходят из ульев, да и летом пыльцы не всегда хватает).

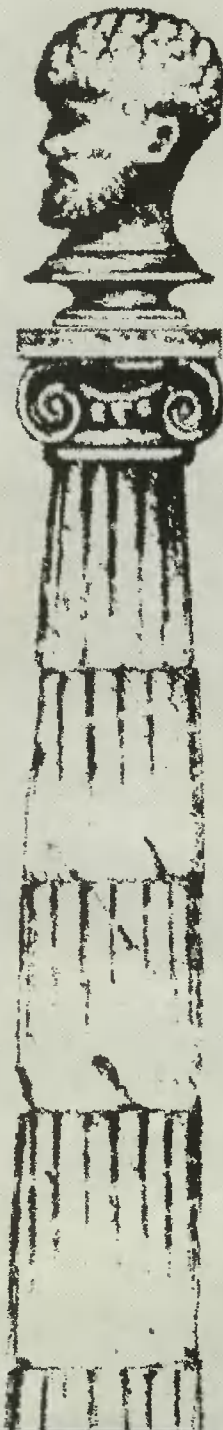
Пергу иногда называют пчелиным хлебом, ведь в ней 13—40% белков, 25—70% сахаров, жиры, молочная кислота, пищеварительные ферменты (амилаза, инвертаза, пепсин, липаза) и минеральные вещества. А исходный продукт (пыльца) содержит еще и витамины (А, В₁, В₂, С, В₆),

никотиновую и фолиевую кислоты.

Благодаря своему составу перга — хорошее общеукрепляющее средство, но из-за трудностей со сбором, препараты перги сложно купить в аптеках. Зато там бывает ее ближайший аналог — смесь цветочной пыльцы с медом. Ее также назначают людям, страдающим малокровием, и тем, кто перенес тяжелые инфекционные заболевания. Не забывайте лишь о том, что пергой, как и любым общеукрепляющим средством, не стоит злоупотреблять. Спиртовой экстракт перги обладает бактерицидным действием и входит в состав некоторых мазей.

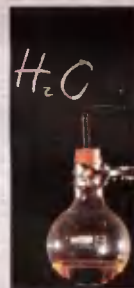
Если вы хотите использовать пергу из купленного вами сота, то аккуратно вырежьте заполненные ей кусочки сота, сложите в стеклянную баночку и храните в темном месте. Залитую медом, пергу можно хранить около трех лет. Цвет сота с пергой обычно темный, но это не должно вас беспокоить, так как пчелы обычно откладывают ее около заполненных личинками ячеек, чтобы было недалеко ходить за кормом, либо там, где хоть раз уже выводился расплод. Цвет самой перги зависит от сорта пыльцы и условий, в которых она была приготовлена, и не влияет на ее лечебные свойства.

Е.КРАСНОВА



КОНСАЛТИНГ

Художник Е. Станикова



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Вращающаяся Батарейка из натрия и воздуха

В каждом плеере, в каждом автомобиле, компьютере, в часах и подводных лодках — везде есть гальванические элементы. И все время люди придумывают новые идеи и конструкции, пытаясь улучшить параметры аккумуляторов и батареек. Важнейший из них — энергоемкость. Требования высокой энергоемкости обязывают иметь в качестве расходного вещества щелочной металл. Попробуем сделать выбор. Обычно в источниках тока используется литий, но он сравнительно дорог. Самые распространенные в природе щелочные металлы — калий и натрий. Калий слишком активен и иногда взрывается. Остается натрий, который спокойнее калия. С получением натрия электролизом тоже нет больших проблем. Итак, расходный материал мы выбрали. Оптимальный тип реакции — окисление кислородом воздуха, что дает заметный выигрыш в весе. Чтобы провести электрохимическое окисление (а не простое сжигание), кислород к месту реакции нужно подавать особым образом. Наиболее подходящее средство доставки — вра-

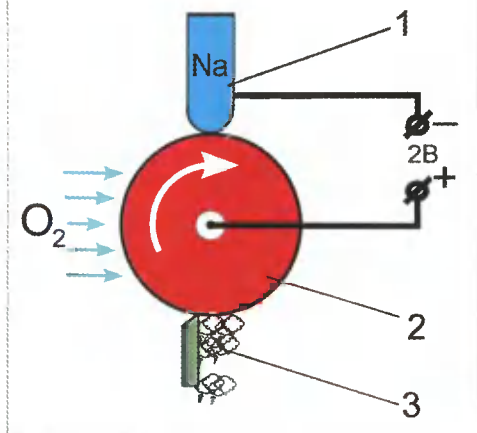
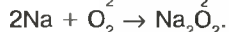
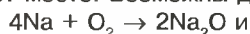


рис. 1

шающийся металлический катод, способный поглощать кислород в поверхностном слое. Изменим этой традиции — вращающийся катод без всяких погружений прижмем непосредственно к аноду (рис. 1). Получился простейший химический источник тока (патент РФ № 2111581), который дает разность потенциалов около двух вольт. Катод может быть медным или никелевым. Предельный ток пропорционален частоте вращения. Зона соприкосновения электродов должна иметь вид тонкой линии. Этого легко добиться, продавливая натрий в узкую щель (на рис. 1 контактирующий участок щелочного металла условно показан закругленным). При замене натрия на калий элемент работает не хуже. Опыты с литием не проводили.

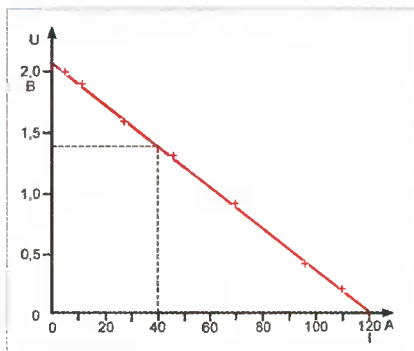
Процессы, происходящие в зоне контакта катода и анода, исследованы недостаточно. Сначала разберемся, какие окислительные реакции имеют место. Возможны два варианта:



Термодинамический расчет разности потенциалов (через изменение энергии Гиббса) дает для этих реакций $V_1 = 1,95 \text{ В}$ и $V_2 = 2,32 \text{ В}$ соответственно. Поскольку фактическая э.д.с. составляет около двух вольт, похоже, идут два процесса, а продукты реакции — оксиды натрия. Под действием содержащихся в воздухе влаги и углекислого газа возможно образование щелочи и карбонатов, однако гидроксид образуется быстрее. Принципиальный вопрос — наличие или отсутствие электролита. Он нужен, чтобы разделить электродные реакции. В результате возникает внутреннее электрическое поле, обеспечивающее транспорт ионов. Посмотрим, что происходит в нашем источнике тока. Сначала следует уточнить, что вода никак не может быть основой предполагаемого электролита. Заставить работать натрий с водными раство-

рами пока еще никому не удалось. Поскольку других растворителей тоже нет, остается только предположить наличие твердого электролита. Основная часть продуктов реакции — оксиды, могут присутствовать карбонаты и гидроксиды. Но все эти вещества имеют низкую ионную проводимость. Кроме того, напряжение элемента никак не согласуется со столь привычными значениями стандартных электродных потенциалов натрия и кислородного электрода. Другими словами, если бы процесс шел на ионном уровне, разность потенциалов была бы не меньше 3 В. Таким образом, любой слой вещества между электродами в данном источнике тока не помогает, а мешает его работе. Этот вывод полностью подтверждается экспериментально: лучше всего элемент работает при максимально чистой (блестящей) поверхности катода. Из принципа его работы следует, что предельный ток пропорционален скорости контактирования с анодом сорбирующей кислород площади. А она равна произведению площади катода на частоту вращения. На рис. 2 даны значения тока для скорости использования площади катода $1 \text{ м}^2/\text{с}$. Линейная функция свидетельствует о независимости внутреннего сопротивления от рабочего тока, что никогда не наблюдается в гальванических элементах. Имеющиеся в них ионопроводящие электролиты обуславливают более сложный вид нагрузочных кривых. Как же тогда протекает токообразующий процесс в эле-

рис. 2



менте натрий/воздух? Все очень просто. Атомы (или молекулы) кислорода доставляются к месту реакции катодом, на котором они сорбированы. Вступая в реакцию с анодом, кислород не забывает прихватить у катода электроны, что и вызывает ток во внешней цепи.

Сделаем ориентировочный расчет возможной мощности элемента. Пусть частота вращения катода составляет 100 Гц, его диаметр 32 см (окружность 1 м) и высота 20 см. Возьмем рабочую точку (рис. 2) на уровне 1/3 от предельного тока, что соответствует току 40 А и напряжению 1,4 В. Тогда мощность на одну линию касания составит $N_1 = 100 \cdot 0,2 \cdot 40 \cdot 1,4 = 1,12 \text{ кВт}$. Вокруг катода можно расположить несколько десятков единичных анодов, токи которых, естественно, будут суммироваться. В нашем примере можно легко разместить 50 линий касания, что дает общую мощность $N_2 = 1,12 \cdot 50 = 56 \text{ кВт}$. Очевидно, вся конструкция элемента должна иметь размеры и массу не больше, чем у двигателя внутреннего сгорания такой же мощности.

Расчетный минимальный расход натрия равен $400 \text{ г/кВт} \cdot \text{ч}$ (вдвое больше, чем у бензина). Реальное потребление пока удается снизить до $1 \text{ кг/кВт} \cdot \text{ч}$, что уже вполне приемлемо. Для производства натрия логично использовать продукты реакции. При массовой регенерации его цена будет близка к стоимости затрачиваемой электроэнергии. Что касается безопасности, то натрий не ставит таких проблем, как обычное горючее — бензин. Крупная авария на автомобиле с полным баком почти не оставляет шансов на выживание. Контейнер с натрием можно спокойно расплющить в лопатку без всяких последствий. Исключить же попадание в него влаги вообще не составляет никакого труда. Под слоем минерального масла натрий может храниться многие годы.

Подводя итог, можно сказать следующее. Элемент натрий/воздух уникален, поскольку состоит только из анода и катода. Гипотеза о наличии в

нем ионопроводящего электролита противоречит фактам. Отсутствие третьего участника, вообще говоря, знаменует появление нового класса химических источников тока, которые могут найти самое разнообразное применение. В отличие от гальванических элементов новые источники тока в самом начале пути. Предстоит решить немало технических проблем, отработать основные конструктивные узлы и детали. При современном инженерном уровне на это понадобится лишь несколько лет. Однако уже сейчас очевидно, что новые источники электрической энергии могут иметь удельные характеристики не хуже, чем у двигателей внутреннего сгорания. Вдобавок, если сделать катод рельефным, с канавками, так, чтобы контакт прерывался при вращении, наш элемент станет источником переменного напряжения.

С. М. Сергеев

Комментарий

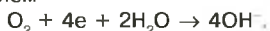
Закон Вольта утверждает, что любой химический источник тока должен быть составлен по крайней мере из двух разнородных металлов (вообще, проводников первого рода) и одного проводника второго рода, то есть электролита. В проводниках первого рода электрический ток — это поток электронов, в проводниках второго рода носителями заряда являются ионы. Именно на границе проводников первого и второго рода протекают электрохимические процессы, процессы взаимного превращения химической и электрохимической энергии. Здесь электроны отправляются во внешнюю цепь, где и совершают полезную работу.

Примером такого электрохимического процесса и является происходящая в рассматриваемом устройстве ионизация натрия:



протекающая на аноде (отрицательном электроде источника тока).

Процесс на катоде (положительном электроде) более сложен. Упрощенно его можно выразить уравнением



Если бы не протекали такие отдельные, пространственно разделенные электродные реакции, а натрий взаимодействовал бы с кислородом непосредственно, во внешней цепи не было бы тока.

Трудно сказать, что именно представляет собой электролит. Скорее всего, это смесь влажных гидроксида и карбоната натрия, обладающая ионной проводимостью (по ионам OH^- и CO_3^{2-}). Поверхность натрия на воздухе всегда покрыта оксидно-гидроксидно-карбонатной пленкой. В описанном устройстве приняты меры к тому, чтобы эта пленка не утолщалась со временем. Вероятно, именно поэтому чем больше скорость вращения катода, тем выше ток за счет уменьшения толщины (и сопротивления) электролитной пленки. То обстоятельство, что разность потенциалов в условиях разомкнутой цепи в описанном устройстве не дотягивает до 3 В, объясняется тем, что равновесный потенциал кислородного электрода при обычной температуре никогда не устанавливается. Причины этого хорошо известны, но их анализ уже выходит за рамки настоящего комментария.

А. Скундин

Химия по-гречески

Все знают, что химию можно применять в разных областях человеческой деятельности, и даже в филологии.

Дело том, что греческие и латинские слова используются при образовании слов русского языка, и если выучить греческий и латинский, то и русский станет школьнику понятнее. А поскольку эти слова входят в состав множества химических терминов, то, выучив химические термины, можно и незаметно выучить если не весь греческий язык, то заметную его часть. Вот — в помощь учителю химии — небольшой словарь: греко-русско-химический. И даже латино-русско-химический...

Иностранные элементы	Язык	Перевод на русский	Примеры термина
агро	греч.	поле	агрехимия
аллос	греч.	другой	аллотропия
актино	греч.	луч	актиний
антрак	греч.	уголь	антрацит
аргос	греч.	косный, недеятельный	аргон
бари	греч.	тяжелый	барий
бромос	греч.	зловоние	бром
валентиа	лат.	сила	валентность
гал	греч.	соль	галоген
гелиос	греч.	солнце	гелий
ген	греч.	родить	галоген
гигр	греч.	влажный	гигроскопичный
де	франц.	отделение	дегидратация
дур	лат.	тяжелый	дюралюминий
зоон	греч.	животное	азот, озон
из	греч.	равный	изомер, изотоп
индикаре	лат.	показывать	индикатор
иодес	греч.	фиолетовый	иод
капра	лат.	коза	капроновая кислота
карбон	лат.	уголь	карбонат
катализис	греч.	растворение	катализатор
корродере	лат.	разъедать	коррозия
криптос	греч.	скрытый	криптон
ксен	греч.	чужой	ксенон
литос	греч.	камень	литий
натр	греч.	сода	натрий
нео	греч.	новый	неон
оз	греч.	запах	озон
осме	греч.	тяжелый	осмий
руб	лат.	красный	рубидий
рутениус	лат.	русский	рутений
радио	лат.	луч	радий
селенес	греч.	луна	селен
силик	лат.	кремень	силикат
теллус	лат.	земля	теллур
томо	греч.	делить	атом
топ	греч.	место	изотоп
транс	лат.	за	транс-изомер
физ	греч.	природа	физика
флоттер	франц.	плавать	флотация
фоа	греч.	свет	фотосинтез
фос	греч.	носитель	фосфор
фриз	лат.	холод	антифриз
фторос	греч.	гибель	фтор
хлород	греч.	зеленый	хлорофилл
цезиус	лат.	серо-голубой	цезий
целл	лат.	клетка	целлюлоза
эвдио	греч.	чистый	эвдиометр

Мы уже писали
о системе дистанционного
тестирования знаний
школьников по многим
предметам, о непростых первых
и нелегких вторых шагах
этой системы.

Очередное дистанционное тестирование состоится с 20 по 31 марта 2000 года, до 25 марта — регистрация участников и прохождение тренировочных тестов, далее — сами тесты

Семинар организаторов состоится в середине февраля 2000 года. Продолжительность семинара — 3 дня. Участие бесплатное. Проезд, проживание, питание на этот раз за счет организаторов. Цель семинара — обмен опытом по организации телетестинга, обсуждение перспектив развития и финансовой поддержки проекта. В программе научные основы контроля знаний и организации дистанционных форм контроля, программное обеспечение для тестирования и телекоммуникации, новые способы передачи и обработки данных по ftp и http, реклама и маркетинг в развитии региональных центров, повышение коммерческой эффективности проведения «Телетестинга» в регионе (городе), перспективы развития телетестинга в образовании и в других сферах, организационные вопросы. Участники семинара смогут увезти с собой все материалы на дискетах, а также новый ежегодник ТТ-2000 в любых количествах и твердые копии многих материалов. Срок и детальную программу семинара сообщим всем желающим принять участие в начале января. Заявки на семинар просим подавать по адресу: ht@ht.aha.ru.

**Центр тестирования в МГУ
«Гуманитарные технологии»**



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Когда горячая вода замерзает быстрее, чем холодная?



Френсис Бэкон утверждал, что «слегка теплая вода замерзает легче, чем холодная». На первый взгляд совершенно неправдоподобное утверждение привлекает к себе внимание и в наши дни. Отдала дань вопросу и «Химия и жизнь» (1970, № 1 и № 9; 1993, № 9; 1994, № 11).

Обзор большого числа публикаций на эту тему появился и в журнале «Знание — сила» (1997, № 10). У одних экспериментаторов быстрее замерзала горячая вода, у других — холодная...

Присмотримся внимательнее к опыту — как именно его ставили? В упомянутом обзоре описан такой эксперимент. Некий шотландец выносил на улицу ведра с горячей и холодной водой. Дело происходило зимой, когда температура воздуха опускается ниже нуля, а земля покрывается снегом. Снег под ведрами с горячей водой протаивал, и они проваливались вниз до земли и быстро ею охлаждались. А ведра с холодной водой, отделенные от земли теплоизолирующим снежным покровом, будут остывать медленнее и замерзнут позже.

Подобный опыт я повторил с помощью холодильника «ЗиС», у которого морозильник покрывается толстым слоем инея. Если поставить на этот иней стаканчики с горячей и холодной водой, то стаканчики с горячей водой опускаются вниз и вода в них замерзает быстрее, чем в стаканчиках с холодной водой. Одновременно я ставил на иней рюмки с горячей водой. Поскольку у рюмок дно не охлаждалось, то, как и следовало ожидать, вода в них не замерзала. Это доказывало, что эффект определялся свойствами не воды, а сосуда, в который она была налита.

Анализ публикаций по этому вопросу показывает также, что разные авторы по-разному понимали термин «замерзание». Как правило, речь шла о превращении в лед всей воды, находящейся в сосуде. Но иногда под замерзанием понимали лишь покрытие поверхности воды тонким слоем льда.

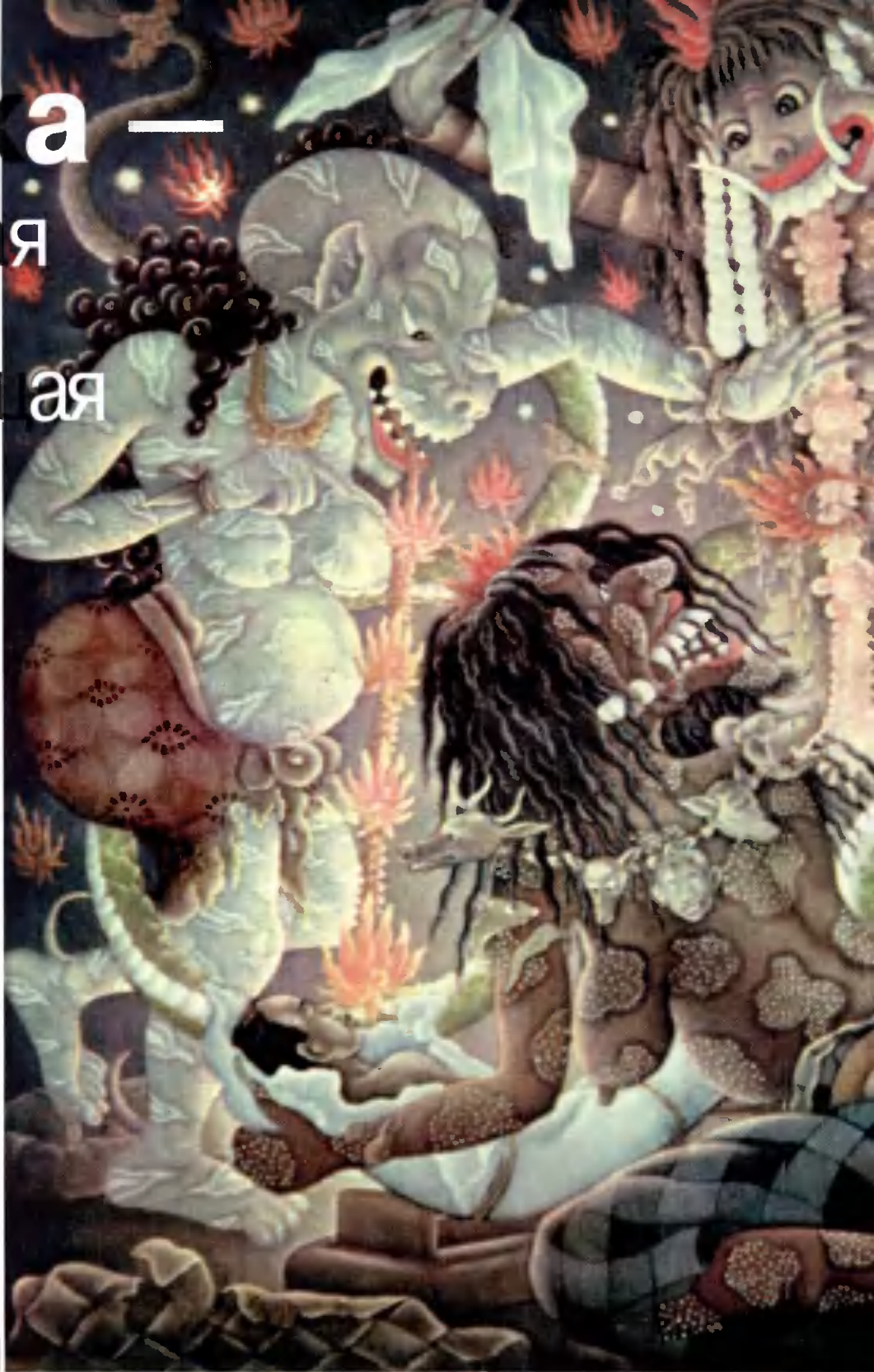
Данный пример позволяет наблюдать основные реакции на неправдоподобную информацию:

- 1) полное недоверие;
- 2) полное доверие. Это бывает, если информация появилась давно, стала привычной и публиковалась в авторитетных источниках (Ф.Бэкон);
- 3) казуистическое истолкование отдельных слов, способное изменить смысл утверждения (как понимать «замерзание?»);
- 4) поиск дополнительных условий, при которых эта информация становится правдоподобной.

Именно этот путь в данном случае и привел к истине.

И.И.Гольдфайн

Физика — настоящая и ненастоящая



Л.А.Ашкинази

Кое-что о том, как устроена и работает физика

Физика устроена не сложно. Те, кто ею занимаются, создают ускорители, микроскопы, телескопы и множество других приборов, пишут и решают уравнения, которые описывают связь различных параметров нашего мира (например, связь давления, температуры и

скорости ветра в атмосфере). Физики создают свой язык, средства для обмена профессиональной информацией и обсуждения — конференции, журналы, газеты. Накапливают опыт решения задач, навык работы, технологию познания. Кроме того, создают систему обучения физике, которая частично включена в общую образовательную систему, и ею пользуются и будущие физи-

ки, и те, кто вообще хочет получить образование. В физике имеется система проверки результатов — процесс обмена информацией, обдумывания, повторения экспериментов разными исследователями, проверки расчетов, в результате которого устанавливается некоторое общее мнение физического сообщества о том, получен или не получен данный результат.



Художник А.А.Г.Собрат

Связи физики с обществом

Физика — фундамент для всей техники. Наверное, ни одна новая вещь, появившаяся в этом веке, не возникла или не была усовершенствована без участия физики. Вся связь, весь транспорт, вся энергетика, все компьютеры, вся медицинская техника, то, чем мы пишем, и то, что мы едим... Вся-

кий раз, когда мы греем котлету в микроволновой печи, говорим по телефону, слушаем магнитофон или смотрим телевизор, мы получаем подтверждение законов Ньютона, Ома и теории относительности.

Кроме того, физика поставляет обществу образованных людей. Человек, получивший физическое образование, понимающий, что существуют законы природы, привыкший ясно мыслить и критически оценивать информацию, будет успешно работать в любой инженерной области и в любой естественной науке. Физики работают в социологии, демо-графии, экологии, многие преуспевают в бизнесе. Это говорит о том, что основы физического мышления (представление о существовании законов природы, о моделях явлений, о связи моделей, о проверке их достоверности, об их ограниченности и эволюции) применимы не только в физике. Существуют экономические, социальные, психологические законы, и всегда, чтобы что-то сделать, полезно сначала понять, как устроена соответствующая сфера деятельности.

Наконец, физика обеспечивает понимание мира, в котором мы живем. Некоторые считают, что понимать, как устроен мир, необязательно. Можно и без этого неплохо жить, пользоваться очками, не зная, что такое собирающая линза. Но без знания законов оптики не удастся исследовать зрение человека и подобрать ему хорошие очки. Поэтому кто-то интересуется устройством линз, свойствами стекла и Вселенной. Успехи физики вселяют в людей веру в разумность и познаваемость мира. Методологические принципы, созданные и проверенные физиками, используют и в других областях знания, и в конечном счете это дает людям надежду понять не только природу гравитации, но и общество, и человека.

Разумеется, физика не только дает что-то обществу, но и потребляет. Современное физическое оборудование зачастую так дорого, что его стоимость сравнима с бюджетом целых стран, и крупные ускорители, и неко-

торые другие установки строят несколько стран вместе. Кроме ресурсов, физика «берет» у общества людей — тот, кто стал физиком, не стал врачом или педагогом в детском саду. Правда, часто он приносит пользу и медицине, и педагогике.

Между обществом и физикой есть психологическая связь — быть физиком престижно. Общество уважает тех, кто делает полезное для него. Уважение проявляется в зарплате, в чинах и орденах, восхищении подруг и друзей. Степень этого уважения и его формы в разных обществах и на разных этапах их развития могут быть, конечно, разными. И они зависят от общего состояния данного общества — в стране, которая ведет много войн, уважают военных (а также обслуживающих их физиков), в стране, которая развивает медицину или педагогику, — врачей и учителей.

Наконец, общество и физику связывает язык. Некоторые слова существуют только в физическом языке (гравитационная волна, тензор и т.д.). Разумеется, физический язык частично пересекается с бытовым языком. Слова «скорость», «объем» и т.п. есть и в том, и в другом языке.

Псевдонаука и ее составные части

Псевдонаука — это область человеческой деятельности, которая при поверхностном взгляде имеет сходство с наукой, но принципиально отличается внутренним содержанием и способом функционирования. В частности, поэтому она не создает нового знания и совершенно иначе связана с обществом — например, не создает базы для техники. Псевдонаука стремится быть похожей на науку, она маскируется под нее, но решает в обществе другую, психологическую задачу.

Иногда употребляют выражение «лженаука», но оно неточно — ложью принято называть осознанный и целенаправленный обман, а среди деятелей псевдонауки довольно много искренне заблуждающихся людей.

Первая часть псевдонауки рассчита-



на на получение денег и почета от государства. Традиционная тема — «сверхоружие». Например, сбивание ракет противника «плазменными сгустками». Или образование «окон в атмосфере, через которые прямое космическое излучение выжигает все живое на поверхности» (это не шутка, а точная цитата). Подобные идеи успешно использовались для выкачивания денег из бюджета и в советское время, использовались они и в других странах. Правда, система независимой экспертизы и меньшая коррупционность мешали развиваться этой части псевдонауки в западных странах.

Другая часть рассчитана в основном на удовлетворение собственных амбиций. Традиционные темы — решение наиболее сложных, фундаментальных и глобальных проблем. Выяснение природы гравитации, доказательство теоремы Ферма, трисекция угла, квадратура круга и вечный двигатель, выяснение устройства Вселенной. В отличие от первой части, некоторые из этих работ не стоят почти ничего, разве что денег на публикацию. Заметим, что в качестве задачи может выступать и реально существующая нерешенная задача, и уже решенная задача (можно искать простое, «понятное» решение), и задача, невозможность решения которой уже доказана, и, наконец, задача, которая сформулирована так нечетко, что она вообще не может быть названа задачей. В начале этого абзаца приведены все эти примеры.

Есть у псевдонауки и часть, рассчитанная на коммерческий успех на свободном рынке. Традиционная тема — здоровье, многочисленные совершенно новые и необычайно эффективные способы быстрого и абсолютно безопасного лечения. Лечатся болезни, вызывающие страх (рак, наркомания), либо состояния организма (излишний вес, облысение), при которых человек недоволен собой. Эта часть псевдонауки паразитирует на естественном для каждого человека желании быть здоровым и, в его понимании, привлекательным. Для придания убедительности обычно используется физическая терминология — например, разговоры о том, в каких местах из стены дома выходят силовые линии. Говорящие используют для наукообразия научный термин, справедливо полагая, что школьный учебник физики слушатели уже забыли и не возразят, что силовая линия не может «быть» в одном месте комнаты и «не быть» рядом. Обычный прием — сознательное перепутывание бытового и научного языка. Услышав слово «линия», человек и представляет себе этакую тонкую невидимую вредную штуку...

Важная часть этой сферы деятельно-

сти — издание множества книг о способах стать здоровее, моложе, красивее, решить все проблемы, о третьем глазе, о том, как мгновенно путешествовать по Вселенной, о том, по меридианам или параллелям надо располагать кровати и как пить то, что выделяет организм человека. Издание подобной литературы приносит немалые доходы. Развивается эта область в симбиозе с непрерывными разговорами о том, что все кругом отравлено — и воздух, и вода, и все продукты. Распространение псевдомедицины в странах Запада ограничивается очень жесткой системой сертификации медицинских услуг — общество защищает граждан. Но такая система — продукт длительного развития демократического общества, продукт общего понимания, что обманывать и запугивать нехорошо. Разумеется, жесткая система сертификации тормозит внедрение новинок, но последствия от применения в медицине недостаточно проверенных средств бывают катастрофическими.

Всякий человек стремится к получению удовольствий — от денег, престижа, получения знаний. При этом во многих случаях он вовсе не хочет работать и заменяет знание чем-то, что по форме его напоминает и может ввести потребителя (общество, потенциального заказчика, журналистов, читателей газет и других людей) в заблуждение. Обычно это наукообразные рассуждения, использующие научную терминологию, часто с многозначительными ссылками на мнения академиков, экспертов, секретные доклады ЦРУ и КГБ и т.д. Такой человек старается выступать со своими идеями в газетах и журналах, не связанных с наукой, рекламирует свою продукцию, требует, чтобы на основе его идей создавались институты и центры, принимались стандарты и нормы. Чаще всего это вполне сознающий ситуацию мошенник, современный вариант Остапа Бендера, но менее симпатичный.

Другой вариант ситуации — когда человек готов работать. Но он готов строить модели вечного двигателя, а не учиться — это несколько иная работа. Обычно у него нет способностей, необходимых для того, чтобы действительно получать новое знание в области физики. Поэтому он, как и в первом случае, заменяет знание чем-то, что по форме его напоминает и может ввести потребителя (общество, других людей или его самого) в заблуждение. В данном случае это тоже наукообразные рассуждения, использующие научную терминологию. Человек, занимающийся псевдонаукой этого типа, чаще всего очень увлечен своим делом и не осознает ситуации. Он реже выступает в прессе, но охотящиеся за сенсация-

ми журналисты сами его разыскивают. Вот в этом самом заброшенном сарае, не признанный высокомерной официальной наукой гениальный изобретатель и создал свой вечный двигатель, о котором рассказал нашему корреспонденту. Впрочем, иногда такие заметки сочиняют и не выходя из редакции.

Симбиоз с псевдонаукой и ее потребление

В симбиозе с ней живут газеты и журналы, рассказывающие о левитирующих лягушках, издатели и авторы книг о том, как жить голым в тайге и как сделать, чтобы еду тебе приносили белочки. Другая группа симбионтов — это некоторые из чиновников, от которых зависит распределение бюджетных денег и которые — прямо или косвенно — находятся «в доле» с получателями этих денег. Юридических доказательств предварительного сговора обычно не остается, но иногда деньги выделяются на столь глупые и смешные проекты, что иначе, нежели сговором, объяснить это невозможно.

Бывает, что в симбиозе с псевдонаукой живут политики. Как известно из истории, в некоторых случаях в научных дискуссиях начинало принимать участие государство (борьба с генетикой, теорией относительности, спекуляции в области языкознания и истории). Государство пользовалось при этом своими аргументами — лагерями и тюрьмами. Будем надеяться, что это осталось в прошлом, но запомним опасный признак приближения такой ситуации — когда политики начинают высказываться по научным вопросам.

Главные ее потребители — государство (для проектов чудо-оружия) и граждане (для волшебных лекарств и литературы на псевдонаучные темы). Что толкает человека в объятия колдунов в третьем поколении, специалистов по отвороту и привороту, гарантирующих успех в 500% случаев (это не шутка, так в одной газете и было написано)?

Люди особенно охотно верят во всякие чудеса (НЛО, левитацию, чудесные исцеления, чудо-оружие) в период неудач — или личных, или общественных.



Когда сложности стоящих перед человеком или обществом задач оказываются выше обычных и многие люди чувствуют себя плохо. Человек в такой ситуации обращается к религии (как правило, к ее внешней атрибутике), к псевдонауке, к мистике. Как показывают социологические исследования, сегодня по степени интереса к мистике Россия занимает одно из первых мест в мире, далеко обогнав страны Запада.

Аргументы в защиту псевдонауки

Один из аргументов защитников псевдонауки звучит так: некоторые теории, которые мы сейчас считаем псевдонаукой, в свое время были наукой. Поэтому вообще критерии нечетки, возможны ошибки и т.д. Обычные примеры — теории теплорода и эпициклов, которые позволяли получать проверяемые следствия. Но теории, отвергнутые со временем наукой, не были в свое время псевдонаукой — они не входили в противоречие с достигнутым на тот момент уровнем знаний, не использовали «ученые слова» без понимания их смысла, не выдвигались дилетантами. То, что со временем были построены другие теории, объяснившие большее количество фактов, — нормальный научный процесс.

Другой аргумент звучит противоположно — любая новая теория принималась не сразу, сначала ее считали псевдонаукой, а наиболее революционные — например, теория относительности — завоевали признание очень нескоро. Этот аргумент тоже неверен. Новые теории, выдвинутые в рамках науки, не имеют признаков псевдонауки и не считаются ею. Конечно, если положения новых теорий выглядят непривычно, то для принятия их другими физиками нужны достаточные веские основания — объясненные факты, предсказанные результаты экспериментов. В ходе объяснений и подтверждений таких предсказаний и происходит включение новой теории в общепризнанную науку. Заметим, что под дилетантизмом не надо понимать невовлеченность в научную среду, иерархию, истеблишмент. Ведь Эйнштейн был все-

го лишь служащим патентного бюро. Дилетантизм — это незнание твердо установленных фактов, нежелание соотносить свои изыскания с тем, что вообще делается в науке, отсутствие соответствующего образования.

Редкий частный случай дилетантизма — внутринаучный дилетантизм, когда квалифицированный ученый, работающий в одной какой-то науке, обращается к другой. Например, теплотехник — к физике элементарных частиц, физик к социологии или биолог — к физике. Методы, подходы, стиль мышления, выработанные в одной науке, действительно бывают неожиданно эффективны в другой. Но чтобы не оказаться в обществе создателей двигателя внутреннего сгорания на воде, именно в этих случаях надо особо тщательно смотреть, что уже сделано в этой области, и согласовывать свои результаты с уже имеющимися.

Есть ли вред от псевдонауки

Особого вреда, впрочем, непосредственно от веры в НЛО и растения, чувствующие на расстоянии, что их собрались сорвать, нет. Хуже другое — человек, причувившийся все воспринимать некритически, отучившийся думать, становится легкой добычей всяческих жуликов. И тех, которые обещают сделать несметные деньги прямо из воздуха, и тех, которые обещают построить завтра рай на земле и решить все проблемы, и тех, которые берутся за тридцать часов научить всему — хоть иностранному языку, хоть карате.

Непосредственный вред приносит псевдонаука, пожалуй, только в одном случае — когда это псевдомедицина. Тех, кого лечили знахари, «сильнейшие колдуны», «магистры и апостолы черной и белой магии» и «потомственные ворожеи», обычно врачи спасти уже не могут. Иногда говорят, что знахари и колдуны излечивают путем внушения, гипноза и т.д. Разумеется, это возможно — но только в тех случаях, когда болезнь связана с расстройством психики. Многие же болезни либо не связаны с психикой, либо имеют одновре-

менно и психическую, и соматическую причину, поэтому внушением достигается кратковременное улучшение, а болезнь идет своим чередом.

А вдруг там действительно что-то есть?

Конечно, когда начинаются рассказы о левитирующих лягушках, все становится ясно. Но в физике часто бывает, что данные новых измерений «не лезут» в старую теорию. Вопрос в том, в какую именно теорию и насколько не лезут. Если они не лезут в теорию относительности, которая многократно подтверждена экспериментально, то говорить не о чем. Если же речь идет о необычных магнитных свойствах или низком сопротивлении образца, изготовленного из окислов меди и лантана, то это странно (мы привыкли, что керамика — это диэлектрик) и надо бы разобраться тщательно и перемерить семь раз. Но зато те, кто разобрались (а не прошли мимо), открыли высокотемпературную сверхпроводимость.

Неожиданности в науке бывают, более того, в таких результатах есть особая прелесть, и их всегда очень хочется получить. Но согласитесь, данные о том, что кошка лает, вы будете проверять тщательнее, чем данные, что она мяукает. Физика, как уже говорилось, это не список откровений, а система знаний, в которой каждое утверждение связано с другими и с практикой. Причем именно тот результат, от которого замирает сердце, должен проверяться особенно тщательно. Чтобы не опозориться перед коллегами.

Второе важное свойство — это управляемость эффекта. Если во дворе мяукнула кошка, а у меня зашкалил вольтметр, то это случайность. Когда это повторилось семь раз, то это повод задуматься. Но вот я пускаюсь во двор, делаю так, чтобы она мяукала, и записываю время мявов; другой человек, не знающий, что я это делаю, записывает показания прибора; а третий, не общающийся с первыми двумя, анализирует записи, видит совпадения и говорит — коллеги, мы сделали открытие! Если с точностью 0,1 с семь раз

Энергия заблуждения

совпало то и это, причем ни одного «мяу» без дерганья стрелки и ни одного дерганья без «мяу», — это и будет открытие. Заметим, что возможность делать опыты и эксперименты позволяет увеличивать надежность наблюдений и точность измерений. С другой стороны, если окажется, что совпадения имеют место не во всех случаях, то надо искать тот неучтенный фактор, который тоже влияет на мяв. Причем в физике обычно бывает так, что эксперименты изменяются по мере построения теории, то есть теория и эксперимент развиваются одновременно и согласованно, контролируя друг друга. И не только эксперимент проверяет теорию, как это обычно утверждают, теория тоже контролирует эксперимент — ибо, ставя эксперимент, я могу что-то не учесть или ошибиться.

В несколько особом положении находится в этом смысле одна область физики, а именно астрофизика — в ней эксперимент пока невозможен. В таком же особом положении находятся некоторые области медицины и социологии — не всякий эксперимент считается допустимым ставить над человеком или обществом.

Космология и некоторые другие науки стоят особняком еще в одном важном смысле. Наука обычно работает с множеством объектов, но при этом она изучает отдельные объекты, находя их общие свойства и приписывая эти свойства всем. Изучались, разумеется, конкретные сталкивающиеся шары, однако закон сохранения импульса мы считаем выполняющимся во всех процессах столкновения. Астрофизика изучает отдельные звезды, но выводит свойства, которые приписывает всем звездам. Космология, изучающая Вселенную, работает с одним объектом. В таком же положении находится социология и демография, когда они изучают «все человечество».

* * *

Таким образом, мы видим, что физика — как, впрочем, и вся наука — это работа, много-много работы. Удовольствие знать, как устроен мир, даром не дается. И особенно не дается даром то потрясающее ощущение, которое переживает исследователь, только что узнавший о мире что-то действительно новое.

Статья будет опубликована в томе «Физика» детской энциклопедии издательства «Аванта+»



Художник В. Долгов

В начале 60-х в основных ядерных центрах мира прошла волна исследований по прямому преобразованию энергии ядерных излучений в химическую. Об одной, быть может, наиболее продвинутой попытке использовать атомные реакторы для тяжелого органического синтеза и пойдет речь в этих заметках. Эта история интересна тем, что показывает, насколько в те годы было несложно организовать эффективное сотрудничество прикладных, академических и учебных научных заведений, а также министерств и ведомств.

В 1964 году Б.Я.Ладыгин в своей диссертационной работе, выполненной в Государственном институте азотной промышленности (ГИАПе) под руководством сотрудницы химического факультета МГУ В.В.Сараевой, обнаружил, что при действии на метанол гамма-лучей с хорошим выходом образуется этиленгликоль. Были основания полагать, что при использовании атомного реактора этот метод мог бы стать экономически выгодным. Другой сотрудник химического факультета МГУ, Л.Т.Бугаенко, а также В.М.Бяков из Института экспериментальной и теоретической физики (ИТЭФ), убедили Н.А.-Бах (дочь академика А.Н.Баха), заведующую лабораторией радиационной химии Института электрохимии, в целесообразности исследований в этом направлении. Бякову поручили возглавить «команду» ИТЭФа, а мне, только что закончившему работу над диссертацией на кафедре радиохимии МГУ, пред-



ложили продолжить исследования.

Вскоре в Черемушках, на тяжеловодном исследовательском реакторе ИТЭФа, расположенном в бывшей усадьбе графа Воронцова (ранее в ней находилась Теплотехническая лаборатория, организованная А.И.Алихановым по инициативе И.В.Курчатова), была сооружена «петля» — реакционный сосуд, помещенный в один из каналов тепловыделяющей сборки. Этот сосуд дистанционно заполняли метанолом и так же дистанционно освобождали от продуктов реакции, а небольшие порции жидкости время от времени отбирали для анализа.

В сравнении с нынешними временами работа шла очень быстро, и буквально через несколько недель удалось установить зависимость накопления этиленгликоля и побочных продуктов реакции от дозы радиации. Затем последовали «наработочные» эксперименты, когда продукты радиохимических превращений метанола разделяли на фракции с помощью перегонки в вакууме.

Радиоактивность получаемого этиленгликоля оказалась небольшой и к тому же быстро уменьшалась со временем. Часть более чистого продукта (по ГОСТу — марки «А») мы отправили во ВНИИ синтетических волокон, где из него успешно изготовили лавсан. А продукт марки «Б» передали в организацию, ведавшую материалами для армейского транспорта; там установили, что наш этиленгликоль можно использовать для изготовления антифриза и гидротормозной жидкости, а также для очистки от льда взлетно-посадочных полос.

В те годы метанол производили в достаточном большом количестве, и получать из него в одну стадию дефицитный этиленгликоль казалось очень заманчивым. («Роскошная идея!» — сказал о нашем предложении один из ответственных работников Минхимпрома.) Один-два блока энергетического или оружейного реакторов водо-водяного типа полностью решили бы гликолевую проблему.

В те годы наша работа вполне могла бы закончиться промышленной реализацией процесса. Но этому препятство-

вали два обстоятельства: «деление шкуры» еще не убитого, а только выслеженного медведя, а также классическое противостояние осторожных «отцов» и «детей», готовых пойти на риск. В результате работа в ИТЭФе затормозилась, и ее решили продолжить в Белоруссии, в Институте ядерной энергетики (ИЯЭ). В то время его директором был А.К.Красин, сделавший себе имя на первой в мире АЭС, запущенной в Обнинске в 1954 году. Однажды он сказал: «Энергию следует брать на корню, а не превращать ее в тепло, потом в электричество и только затем снова в тепло для химии». Поэтому Красин был активным сторонником создания первого в мире химико-энергетического комбината на базе ядерного реактора и организовал в своем институте отдел радиационного синтеза, который возглавил Е.Н.Петряев из ленинградского Радиевого института.

В Минске критически подошли к результатам работы ИТЭФа и химфака МГУ: было установлено, что контакт водного раствора метанола с тепловыделяющими элементами (ТВЭЛами) промышленных реакторов, которые «текут», требуют очистки этиленгликоля от случайно попавших в систему осколков деления урана, и поэтому решили отделить зону синтеза от энергетической зоны. Для этого подходил ставший печально знаменитым чернобыльский реактор типа РБМК, в котором ТВЭЛы охлаждаются водяным паром, а нейтроны замедляются графитом: предполагали, что метанол тоже можно использовать в качестве замедлителя нейтронов.

Для подтверждения этих теоретических соображений в ИЯЭ была построена критическая сборка, и оказалось, что при использовании метанола-замедлителя цепная реакция деления урана действительно идет в соответствии с расчетами.

Работа на «петле» в ИЯЭ успешно продвигалась, и в результате, после совещаний в Минхимпроме и Госкомитете по науке и технике, было принято постановление Совмина СССР и ЦК КПСС, в соответствии с которым следовало построить опытный ядерный реактор с энергетическим и химическим блоками.

А в связи с дороговизной проекта было решено начать работу с создания математической модели комбината. Для этой цели в МГУ разработали метод решения сложных систем дифференциальных уравнений и создали работоспособную программу для ЭВМ БЭСМ-6. Это была одна из первых работ по математическому моделированию радиолиза.

Продвигались и работы по конструированию реактора. И хотя из-за замены графита метанолом электрический КПД реактора несколько снижался, стоимость его химической продукции компенсировала эту потерю, так что в целом комбинат оказывался рентабельным.

Но совершенно неожиданно все пошло прахом. На очередном совещании по исследовательским реакторам мы докладывали о результатах своей работы. И тут А.П.Александров задал каверзный вопрос: «А как у вас дела с тритием?» Сначала мы даже не поняли — в чем дело. А потом сообразили, что «проглядели» очень серьезную проблему. Ведь в любом органическом веществе, помимо водорода, есть и дейтерий, а он под действием реакторного облучения превращается в радиоактивный тритий. И хотя потом выяснилось, что в этиленгликоль попадает лишь половина образующегося трития, что не представляет опасности для людей, работающих с этим токсичным веществом, в целом тритиевая проблема ставит непреодолимое препятствие на пути широкого внедрения реакторного органического синтеза. В результате первоначальный энтузиазм участников этой работы заметно уменьшился. А после чернобыльской аварии и вовсе упал до нуля: ведь любая органика способна гореть, а это дополнительная опасность.

Так что поставленную задачу — использование ядерной энергии для тяжелого органического синтеза — решить не удалось. Тем не менее была заложена идейная и научная основа для создания радиационно-химических технологий с использованием неядерных источников ионизирующих излучений — ускорителей, мощность которых уже становится достаточной для реализации некоторых крупнотоннажных химических процессов. Например, очистки газовых выбросов ТЭЦ от оксидов серы и азота или получения цемента и переработки угля.

Эта история может служить иллюстрацией эффекта «энергии заблуждения», когда объединенные усилия большого числа людей и организаций (а в этих заметках упомянуты далеко не все имена и институты) не приводят к первоначально намеченной цели, но все же дают важный практический результат.

Лишний час



Елена Клещенко



ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Ген был бродячий колдун по найму. Колдовство на его родине — ремесло не из легких: мест при дворе и в баронских замках на всех не хватает, соглашаться на менее доходное место означало бы позорить цех, и оттого многие молодые и предприимчивые отправляются бродить. Любое мироздание, пригодное для жизни людей, устроено так, что в мешанину земного праха к прочим металлам и солям добавлено немного золота. Не столько, чтобы мостить им дороги, но достаточно, чтобы чеканить монеты. Где живут люди, там платят золотом. И не везде так скупаются, как дома.

Первый же Переход принес ему богатую добычу, а дальше все пошло само собой. Бывало, клиенты звали остаться навсегда, сулили большое жалование и дворянские грамоты, бывало и по-другому. Что ж, судьба наемника — рисковать жизнью. А как прекрасно уйти из родного города нищим и возвратиться богачом... и так двенадцать раз подряд.

Нынче был его тринадцатый Переход. Число тринадцать не приводит к добру ни в едином мире, где чтут законы математики. Разумеется, Ген остался бы дома. Но кто мог знать, что в прекрасном теле некоей девицы обнаружится столь полезная душа! Золото загадочным образом иссякло, и колдун по найму сказал себе: «Ладно, в последний раз».

В этом мире он уже бывал, но на сей раз зима оказалась теплой. Снег под ногами превращался в грязь — башмаки отсырели мгновенно. Наряд Гена был опробован в десяти мирах: по одежке его встречали как деревенщину или чудака, но не как врага или безумца. Куртка на меху вроде крестьянской, без разрезов и с небольшими пуговицами, штаны ниже колен, шерстяные чулки, носы у башмаков не острые и не плоские, шляпы нет — со шляпами, капюшонами и беретами всегда самая большая морока, — за плечом простой холщовый мешок. Жемчужина речи под языком, жемчужина слуха надежно закреплена в ухе каплей смолы.

Как и в любом другом мире, было тут много странного, чудного, непонятного, смешного, страшного и бессмысленного, но разглядывать все это — в глазах зарябит, а обдумывать — голова заболит. Ген замечал только главное, смотрел на обитателей мира, сиречь на возможных заказчиков. Бороды здесь теперь брили, покрой кафтанов переменялся не сильно, а штаны и обувь — порядком. (Ген подумал-подумал, выдернул штаны из чулок и пустил их поверх.) Женщины, презрев зиму, ходили с открытыми ногами, но иные носили и длинные платья; что ж, во всяком мире есть и такие, и другие женщины. Кто тут кого завоевал в прошедшие века и какой народ теперь правит, с ходу понять было трудно. Сам-то Ген был худой и рыжий и порадовался этому, увидев, как на базарной площади стражники остановили подряд троих широкоплечих и черноволосях. Впрочем, все это были пустяки. Главное же состояло в том, чтобы узнать как можно быстрее, в цене ли здесь нынче золото.

Девушка в маленьком домике торговала съестным навынос. Ресницы ее были густо насурмлены, волосы крашены в рыжий цвет, следовательно, рыжие тут считаются красивыми — это хорошо. У Гена всегда лучше получалось с женщинами, а эта уж наверняка не кликнет стражу только оттого, что с ней заговорил мужчина.

— Что стоит твой хлебец? (Почем гамбургер?)

— Пятнадцать. (Пятнадцать.)

Пятнадцать грошей за хлеб — многовато. Особенно если гроши серебряные. То-то у них рожи невеселые... Ген вытащил из кошелька кольцо и протянул в форточку.

— Я нынче без монет, но могу заплатить вот этим. (Вы знаете, у меня нет рублей. Может, золотом возьмете?)

Тут могло быть четыре случая. Девушка неохотно берет кольцо и дает корку хлеба — золото не стоит ничего; девушка охотно берет кольцо и дает, что прошу, — золото дешево; девушка жадно хватается за кольцо — золото в цене; девушка смотрит как на полоумного — золото в большой цене. Случай вышел четвертый.

— Ты что, придурок? (Ты что, юродивый?)

— А что такое?

— Ты мне давай рубли. А золото свое в комиссионку снеси. (Плати гроши, а золото отдай менялам.)

— Я не понял, тебе мало?

— Не надо мне тут. Я с твоим кольцом трахаться не буду, хоть бы оно миллион стоило! Может, это медяшка, и что я тогда? Нет денег — продай, тогда приходи. (Не строй дурачка. Я не буду любиться с твоим кольцом, дай за него хоть миллион, оно же может быть медным, и тогда я пропаду. Нет денег — продай, тогда приходи.)

Жемчужина в ухе плохо брала уличный жаргон, но суть была ясна.

— Ну извини. А кому продать, не научишь?

— Я тебе что, справка? В комиссионку снеси!

— Ладно. Я еще к тебе зайду. — Ген улыбнулся.

— Буду ждать, прям обождусь. — Девушка тоже улыбнулась.

Что делает жена, когда муж уезжает в командировку? Отдает ребенка маме, а потом устраивает генеральную уборку и большую стирку. Для этого, как для медитации, нужны одиночество и сосредоточение, муж с ребенком тут неуместны. Взяла домой работу. Отнести статью в редакцию надо было вчера, но и в свинарнике жить больше нельзя.

Хотела бы я знать, почему мои мужики всегда сдают в стирку нечетное число носков, и три из них непарные? Ног вроде по две у каждого... Это вирус, точно говорю. Вирус непарности носков. Как иначе можно объяснить, что малюсенькие разноцветные носочки годовалого Мишки в первое же лето на даче стали стираться нечетом? Причем я сама их с ребенка снимала и своими руками клала в таз. Либо вирус, либо мистика!

Бани здесь были что надо. Совсем как в Сейагаре до эпидемии: тут тебе и лавки из теса, и свежий зль, и прислужницы в туниках вот посюда. Да и клиент, раздетый до набедренной повязки, мало чем отличался от провинциального баронского сына, промышленяющего разбоем. Угадать, чего ему надо, не составило труда, а в уплату он может отдать свою золотую цепь.

— Так я не понял. Ты, Геннадий, чего, в натуре можешь меня под супермена заточить? Чтобы меня типа драли, а я крепчал? Можешь или нет?

— Чтобы крепчал — нет. Но ни огонь, ни дерево, ни железо

и никакой иной металл тебя не возьмет. (Обращаться на «ты» клиент приказал сам.) С одной оговоркой.

— Да насчет этого... — Клиент потер пальцами. — Называй цифру.

— Я назову. Оговорка такая: останется уязвимое место, не больше вот этого. — Ген соединил в кольцо большой и указательный пальцы. — На него я прикреплю Лист от Дерева. Он покроет своей кроной все остальное, но не себя самого.

— Угу. А где, на каком месте?

— Это можно выбрать. Многие крепят на пятку, она защищена башмаком.

— На пятку? Не, это не катит. По ногам бьют конкретно.

— Ну тогда... Один из ваших героев выбрал спину, под левой лопаткой.

— Он чего, охренел? Это ж одно попадание, и звездеч!

— Так и было.

— Ну. А как погоняло его? Может, я знаю?

— Вряд ли. Некий Зигфрид.

— Немец, что ли? А ты сказал, наш... Немцы все тупые. Ну, мне по-любому это не надо.

— Предложи свой способ.

Клиент погрузился в раздумье, оглядывая свой могучий торс и шевеля губами. Затем встал с лавки, повернулся задом и размотал полотенце:

— О! Сюда будешь лепить, понял?

Значит, так: пока машина стирает белье, я стираю носки и собираю из-под машины воду. Пока она стирает во второй раз, я вешаю носки и просматриваю список литературы. И ем. Кто это изобрел ножную клавиатуру для компьютера, с четырьмя клавишами: «Escape» и «Enter» под левую ногу, «стрелка вверх» и «стрелка вниз» под правую? Чтобы работать и есть одновременно: руками и ртом есть, глазами читать, а ногами открывать, закрывать и перелистывать файлы. Гениальная идея. И суп не стынет, и тарелка не конфликтует с клавиатурой...

Ладно. Вечером поработаю. Ночером, как говорит одна знакомая девочка. Скажем, часиков до двух, а остальное завтра.

Кто бы подумал, что на добром деле можно так погореть! Ген опустился на ступеньку: каменная лестница ходила под ногами, как корабельный трап. Все лучше, чем упасть на улице (ибо он знал, что к упавшему подойдет не сердобольный прохожий, но стражник). Лестницы в домах тут считались не владением хозяев, а как бы ничейным местом. Вероятно, память о неких обрядах гостеприимства. Ныне здесь не было ни обрядов, ни самого гостеприимства. Ни жалости, ни милосердия. Чуму им и холеру, у нас прокашляютно бы и то больше помогли!..

Беда случилась из-за проклятушей пошлыни. За каждый Переход таможенному контролю Союза Светлых Сил полагалась плата: одно бескорыстное доброе деяние в том мире, который ты навещаешь. И не дай Единый ошибиться, совершить доброе дело, которое на поверку окажется злым — поддаться на обман или, скажем, осчастливить бедняка богатством, из-за которого он завтра будет убит. Штраф за подобную небрежность никому не показался бы маленьким.

В этот раз Гену, как он сначала подумал, редкостно повезло. Молодая женщина сидела в одиночестве на скамье у стеклянной стены, прячась от мокрого снега, с видом испуганным и печальным. Женщина была в тягости, младенец лежал неудачно, роды близились, и сродственники, а может, и знахари стращали бедную разговорами о чревосечении.

Доброе дело само шло в руки. Ген поискал глазами уголек или обгорелую

палочку, но костров на улицах тут не жгли. Он собрался раскупорить пузырек с чернилами, но тут вспомнил про диковину, купленную давеча в лавке, где торговали лубками и дешевыми украшениями: кисть, на которой не переводится краска. Черные руны легли на ладонь так изящно и ясно, словно были начертаны не левой рукой под сумеречным небом, с которого летят снежные хлопья, а в уютном зале цехового скриптория.

Ген подошел к женщине, погруженной в невеселые мысли, и протянул ей правую руку, сказав по местному обычаю:

— О, привет!

Он произнес это радостно и удивленно, словно встретил родную сестру, и хитрость удалась: женщина вскинула на него глаза, ответно протягивая руку. Тут же она поняла, что ее приветствует незнакомец, но руки уже встретились.

В следующий миг она слабо ахнула: дитя повернулось в утробе, головкой точно к вратам. Как они здесь живут, несчастные, если даже такой пустяк им не по силам? А впрочем, не так ли живут в наших деревнях?

— Больше не грусти — все будет хорошо. — Ген подмигнул ей, помахал на прощанье и быстро ушел.

Кому хорошо, а кому и плохо. Он понял это, когда зачерпнул горстью сероватый снег, чтобы смыть руны. Грязная вода закапала на башмаки, а рунам ничего не сделалось. Не побледнели, не расплылись, даже будто ярче стали. Холодея от ужаса, он слепил снежок и стал тереть им ладонь, и тер, пока руку не заломило. Знаки, начертанные проклятой кистью, впились в кожу, как если бы они были выколоты иглой.

Ген размял руку, нагнулся за новым снежком, и тут оказалось, что время его на исходе. В ушах звенело, перед глазами мерцал призрачный свет — сила истекла из рун, как кровь из отворенной вены. Только не дать волю страху. Если краска не смывается водой, значит, она смывается щелоком либо уксусом. «Либо особым раствором солей, какой есть не у всякого мастерового», — насмешливо подсказал страх. Нет, заткнись! Сперва надо испробовать простейшее: постучаться в ближний дом, попросить хозяйку...

Ну вот, испробовал. Во имя Единого, что они видят гадкого или извращенного в желании прохожего вымыть руки?.. Он начал подниматься по лестнице, чтобы добраться до других дверей, но ноги не захотели идти. Возможно, виною был отвратительный запах гниющих отбросов. Ну-ну, никто еще не погибал от рун поворота. В самом крайнем случае можно будет выжечь их огнем, невелик ожог... В крайнем случае? Сейчас, полагаешь, еще не крайний?

Ген вытащил трут и кремень, ударил. Вернее, попытался ударить, но кремень выгнал из пальцев, стукнул о плитки, и в тот же миг наверху щелкнул замок и распахнулась дверь. Шлепая башмаками без задников, по ступенькам сбегала женщина, коротко остриженная и одетая, как тут водилось, по-мужски: в длинных чулках и распоясанной рубахе выше колена. Она несла ведро.

— Я прошу прощения, у меня к вам очень странная просьба. Пустите меня помыть руки.

Так, здарсьте! Сидит на полу у мусоропровода, что-то сжимает в кулаке. Лицо — это заметно даже в зимнем сумраке — сероватобелое, глаза странно блестя. Мосластые колени обтянуты женскими брючками, слишком узкими и короткими для такого дьлды, на ногах шерстяные носки; башмаки с помойки, зашнурованы веревочками.

Вот только бомжа-наркомана мне и не хватало... ой, сейчас привяжется. Ну что уставилась? В упор тебя не вижу.

— Я прошу прощения, у меня к вам очень странная просьба. Пустите меня помыть руки.

— Теперь это так называется? — интересуюсь сволочным голосом. — Извините, нет.

— Что «это»?!





— Сам знаешь. — И с чувством грохочу дверцей мусоропровода.

— Что я знаю?! — Голос дрожит. — Я сдохну сейчас!

— Лечиться надо было. — Ага, угадала, значит. Уколоться ему приспичило. Да пожалуйста, только не у меня дома. Пускать в квартиру таких типов — нарушение техники безопасности.

...Я зачем-то отнесла пустое мусорное ведро в комнату. От переживания, наверно. Нет, с какой стати! Руки ему помыть, ишь ты — стерильность понадобилась. И вообще, врет он, конечно. Странно как-то врет. Руки помыть! А если он просто чокнутый? Нет, все я сделала правильно. Хотя... плохо ему, похоже, на самом деле. А, так это же глюки у него по рукам бегают, вот зачем помыть! Чертиков зеленых смыть. Теперь понятно. Слушай, но свиньей-то не надо быть! Вызови ему «скорую» или наркологическую помощь... А вдруг он помрет у меня на лестнице, пока они приедут? Кем я тогда окажусь? Дура, а если он псих? Легко: маниакальная стадия, вынул ножик из кармана... Да какой ножик, он же еле сидит. В крайнем случае ляпну его по голове молотком, которым мясо отбиваю. Так, ладно. Если он еще там... Да нет, уполз, наверно, и опять я выхожу свиньей.

Он не уполз и сразу воззрился на меня. Тем более неудобно, что деревянный молоточек с шипами я таки прихватила с собой.

— Ну, что там у тебя? Может, позвонить кому?

— Я уже звонил, не открывают, — равнодушно сообщил он. — Мне надо вымыть руку. Вынеси мне сюда воды и что-нибудь, чем моют. Или дай огня.

Точно, псих.

— Нет, вот без огня давай обойдемся, — увещевающе сказала я. — Что с рукой-то? Очень грязная?

— Вот что.

На ладони чернели мелкие угловатые значки. Любопытство меня погубит. Всегда любила читать странные надписи, будь это граффити на стенах подземного перехода или обрывки тетрадных листочков на помойке. А у этого типа, черт подери, на ладони были кельтские руны! Или не кельтские?

— Ну-ка пойдём.

Нет, не такой уж он и дохлый, встал сразу. Ступеньки, правда, одолел с трудом, пришлось дать ему руку. Исчерченной ладонью он меня не касался, держался сгибом локтя. Может, его какие-нибудь сектанты напугали? Какой-нибудь черный маг...

— Кто это тебе сделал?

— Я сам. Не знал, что не сотрется.

— Ты сам, так. А зачем?

— Хотел помочь одной женщине. У нее плод...

Ах, еще и плод. Ах, мы еще и сексуальные маньяки. Везет тебе, голубушка, как всегда. Кошка при виде незнакомца вскричала диким криком и телепортировалась в дальнюю комнату под диван. Вообще-то она всех гостей так встречает, но мне все равно показалось, что это не к добру. Молоток я держала наготове.

Кокосовое мыло выдало две горсти густой пены, но значкам ничего не сделалось. Нет, не кельтские, скорее футарк. Или толкиеновский Ангертас, или другой какой сказочный алфавит? Тогда, выходит, он игрок: жестяные короны, дере-

вянные мечи, эльфы-гоблины. С любителями ролевых игр я до сих пор вожу знакомство. Знаю, что бывают экстремальные игры, в которых игрок живет жизнью персонажа круглые сутки, без перерывов на обед, сон и работу. Развлечение не для слабонервных, но если человеку за тридцать и он еще играет, то ему, наверное, в самый раз...

— Не смывается, — отрешенно сказал носитель рун. Играет неплохо.

— А чем ты писал?

— Вот этим. — Он полез за пазуху и вытащил потрясающий предмет: меховой кошель (из коричневой сиамской кошки, я бы сказала) со шнурком-затяжкой. Из кошеля вынул двумя пальцами толстый фломастер.

Вещь до боли знакомая. Сейчас продается в киосках (чтобы малолетним балбесам было чем рисовать на стенах и витринах), а десять лет назад — какое же счастье было его раздобыть и надписывать им пробирки и колбы!

— Ну так! Это же, милый человек, у тебя спиртовой стеклограф.

— Это не смывается?

— Да смывается, сейчас смоем. Спиртом, или водочкой, или... А, вот!

Я выдернула пробку из мужнина одеколона, прижала к горлышку кусок ваты. Через пять секунд ладонь гостя была чище пятаки младенца, а вата почернела.

— Ну что? Так тебя устроит?

— Да. Благода...

Гость беззвучно пошевелил губами и начал садиться на кафельный пол.

— Нет-нет, только не здесь. Давай хоть на кухню. Куда позвонить, говори! Родные, друзья? Хочешь, «скорую» вызову?

— Не надо. Я сейчас сам...

Больше он ничего не сказал. Завел глаза и отключился. Дышал, впрочем, нормально. И пульс был не то чтобы нитевидный. Сам так сам. Пускай пока полежит на линолеуме, квартира у нас теплая. Гуманизм нынче понятие сложное, и, если человек в полубомороке говорит, что не надо ему «скорой», значит, есть причины. Кстати, как у него вены выглядят? Рукав куртки не засучивался, пришлось ее расстегнуть и осторожно стащить, поворачивая гостя с боку на бок. Куртка была пошита вручную. Подумаешь — моя свекровь шьет не хуже. Но вручную была пошита и рубаша. Полотняная серая, без манжет, без пуговиц, ворот собран шнурком в мелкую складку. Ни часов на руке, ни каких-нибудь фенечек. Вены чистые. Хотя, говорят, многие колют и не в руки... Ладно. А положим-ка мы куртку ему под голову.

Волосы у него были рыжеватые, до плеч. Пряди рассыпались, и я увидела его ухо. Острое, треугольное, с отчетливым изломом верхнего края. А в самом ухе, внутри раковины, поблескивала перламутром черная горошинка.

Ну знаете! Встав на четвереньки, я заглянула гостю в рот. Потом сообразила: повернула его голову и потрясла за щеки. Выкатилась и вторая жемчужина, тоже черная, но побольше.

Нет, господа, не уговаривайте меня. Все на свете бывает. Чокнутый любитель фэнтези или ученик школы магии может выучить рунический алфавит. Может уверовать в силу рун и довести себя до обморока. Может сам себе шить наряды,

может купить в отделе бижутерии жемчужину речи и жемчужину слуха. Но пластическая операция, имитирующая зльфийское ухо!.. Мое недоверие иссякло. И терпение тоже.

Отвернув кран на полную мощность, я набрала в горсть холодной воды и тщательно умыла гостя. Повторять не пришлось: он глубоко вздохнул, белые ресницы дрогнули.

— Са... Маире.

— Что-что? — радостно переспросила я.

— Маире'са.

Тут до него дошло. Заморгал, подвигал челюстью.

— На, — протянула я жемчужину на блюдечке. — Я боялась, что ты подавишься.

Он взял, положил под язык, как валидол.

— Спасибо.

— Ладно. Сам-то откуда? Если нетрудно, скажи правду.

Гость посмотрел на меня и вдруг улыбнулся:

— Из Хеннахара.

— Что-то знакомое.

— Вряд ли. Это не у вас.

Ген оказался любителем растворимого кофе. Пил и облизывался. И с подкупающей откровенностью заявил, что не прочь бы съесть кусок мяса. Видно, что не здешний. Извини, бифштеков не держим, а фарш быстро не оттаеет. Овсянка, яичница или пельмени? После беглого осмотра замороженных пельменей гость выбрал яичницу. Вилкой он пользоваться умел, зато жевал и говорил одновременно.

— Когда ты догадалась? Ты же не сразу поняла, что я не ваш?

— Не сразу, сначала я подумала, что ты сумасшедший. А догадалась по ушам. Увидела их, когда ты в обмороке валялся.

— А что уши? Правое помяли в трактире, с тех пор и хожу такой. А ваши мужчины друг другу ушей не мнут? По пьяному делу...

— Бывает, — растерянно ответила я. — Как это — помяли? А левое?

— А левое пока еще нет, — серьезно ответил колдун по найму, поворачиваясь левым профилем и откидывая волосы.

Левое ухо было нормальным, не остроконечным.

— А это, — Ген повернулся правым профилем, — он мне сковородкой. Моряк, наверное. Песенка моя ему не понравилась, в какие там они гавани заходят. Прихожу в себя, ухо как тряпка. Насилу зажило. А ты что подумала?

— Я подумала, что ты зльф.

— Никогда их не видела?

— Никогда. Только в книгах.

— У них не такие уши. Узкие, длинные. Да и с лица они другие... Но теперь-то ты мне веришь? Или опять нет?

Верю ли я ему? Хороший вопрос. Станный человек называет себя колдуном, и нет веских доказательств ни за, ни против. Ну и что? Возьмем, скажем, Даньку: верю ли я ему, когда он говорит, что у него оклад шесть тысяч? Да не затрудняюсь верить или не верить. Если да, это здорово; если нет, это трогательно; в любом случае я Даньку люблю. Так и тут. Если он колдун, значит, он колдун. Если нет, он талантливый игрок, и я от всей души согласна ему подыграть. Простая горожанка, спасающая от неминуемой смерти великого мага. Таращить глаза, подкладывать еды, окружать материнской заботой, являть собой воплощение здравого смысла.

— Если ты вправду колдун, я тебе верю. — Почти цитата из Марка Твена.

— Неужели тебе безразлично, говорю я правду или лгу? — В голосе удивление и досада. Видно, милое простодушие мне не дается.

— Да нет... Но проверить я все равно не могу.

Ген вытер тарелку куском хлеба, положил его в рот, прожевал и надменно сказал:

— Ты можешь проверить. Говори свое желание!

— Желание?

— Да. Чего ты хочешь больше всего? Я у тебя в долгу.

— Любое желание? Стой, дай подумать... Ты будешь смеяться, но ничего особо чудесного мне сейчас не нужно. Муж, ребенок, работа... Вот разве чтобы все были здоровы?

— Нет, этого я не могу. Сейчас они у тебя и так здоровы, а предострачивать возможное я не подражаюсь.

— Понятно. Ну а чтобы в стране все было нормально? Чтобы прекратилось все это... Не потянешь?

— Не потяну. Попробуй придумать что-нибудь определенное. И чтобы касалось лично тебя.

— Сейчас. Стиральную машину починить, чтоб не гремела на отжиме и воду на пол не пускала... Ты не слушай пока! Это я не заказываю, это я думаю вслух. Пей кофе, а я еще поразмышлю.

Корыто и новую избу. Бесшумное корыто с фронтальной загрузкой и новую избу с евроремонтом... Ну хорошо, чего мне на самом деле не хватает для полного счастья? Поехать куда-нибудь в пансионат, с ноутбуком, и чтобы никого, и закончить повесть. Мое самое любимое детище после Михаила, пока безымянное, два года урывками по ночам...

— Слушай, а ты только материальное можешь? Или нематериальное тоже?

— Смотря о чем ты говоришь. Любовь и иные страсти у вас считаются материальными?

— По-разному, у кого как... Да нет, я не о том. Как насчет времени?

В глазах Гена блеснуло нечто вроде интереса.

— Можно. Тебе куда — в прошлое или в будущее?

— Мне никуда. Мне просто — времени. Я тут подумала: все остальное вроде у меня есть, а вот со временем прямо беда.

— И сколько же тебе его нужно?

Сколько? Недели две? Месяц? Все ведь придумано, только сесть за компьютер и набрать...

— А сколько можно?

— Ты прямо как на рынке. Сколько нужно тебе?

Ну, месяц, что ли, просить? А как же та, старая штучка? Год?... Нет, стой, куда разлетелась! Этак ты за день состаришься на год! Тебе это надо?

— Не можешь решиться? — Колдун ободряюще улыбнулся.

— Вот, думаю... А можно в рассрочку?

— В рассрочку? — Ген поднял брови, продолжая улыбаться. — Почему люблю работать с женщинами — не соскучишься! В рассрочку — это как?

— Элементарно. В сутках у нас двадцать четыре часа. Можешь мне дать в каждый день по лишнему часу? Чтобы у всех двадцать четыре, а у меня двадцать пять?

— Хм. По часу в день. И так всю твою жизнь?

— Э-э... — (Триста шестьдесят пять часов в год — это примерно полмесяца. Значит, на лишний год состарюсь лет за двадцать. И вообще, буду делать мощную зарядку, пять минут из часа пожертвую. А, гулять так гулять!) — Да.

— Всю твою жизнь. — Колдун взглянул на меня оценивающе: похоже, прикидывал, сколько это будет и не слишком ли он потратится. Получалось, что не слишком. — Идет.

— Цифру не называй, — поспешно сказала я. — Обойдусь.

— Ни в коем случае. Нам это запрещено. — Он хитро прищурился. — А что делать-то будешь?

— Да найду что. Книгу буду писать или посплю лишний часочек. Или... а, пардон, это не выйдет.

— Да, это не выйдет. (Догадался, что ли?) В этот час ты будешь одна. Для твоих домочадцев пройдет один миг, а для тебя все часы остановятся.

— Погоди, а компьютер-то работать будет?

— А что в нем? Если клепсидра или песочные часы, то нет.

— В нем тактовая частота, — мрачно сказала я. — Это жаль. Я на бумаге писать уже отвыкла. Ну ничего. Все равно, спасибо.

— Так ты мне покажи его. Брошу заклинание и на него тоже.

— А подействует? Ты же в нашей технике не разбираешься.
— Этого и не нужно. Довольно, что я разбираюсь в заклинаниях.

Ген собрался домой. Иные думают, что Переход — это одно мгновение с мерцанием света во тьме и тому подобная чепуха. Более мудрые знают, что между мирами можно пройти пешком. Собственно, возвращаться-то пешком проще всего. Главное, не терять направления, неустанно следить, как запах нефти сменяется запахом речной воды и жареных орешков, рычание самоходных карет переходит в фыркание лошадей, под подошвой круглитися бульжники набережной, и вот он — город над рекой, милый дом с пурпурной раковиной, глаза цвета фиалки, огромные, будто небо над полем, и милый голосок: «Здравствуй, Ген. Что ты мне привез?»

Тяжелая лапа легла на плечо.

— Привет, Геннадий. Как жизнь?

Его, оказывается, ждали. Только он вышел из дома старушки, сдававшей комнаты внаем, едва задумался о направлении, которое следует избрать, чтобы Переход вышел покороче и попроще, — а кто-то, стало быть, считает, что уходить ему рано? Димон, давешний клиент, заказавший Крону Неуязвимости. Ген был уверен, что не говорил ему, где живет.

— Спасибо, недурно. Какие-то сложности?

— Ты чего, все путем. Показал пацанам, все опупели. Теперь вот разговор к тебе, Геннадий. Пойдем, тачка ждет.

— Куда?

— Разговор к тебе, я сказал. Ты, это, не отказывайся.

Ген едва заметно усмехнулся. Многие клиенты пытались заковать его в цепи, чтобы заставить работать бесплатно, за хлеб и воду. Да немногим эти попытки сходили с рук. Точнее, никому до сих пор.

Он мог бы отвести парню глаза, но за ними наверняка наблюдают. Значит, уходить придется шумно.

— Что ж, поговорить можно, — сказал Ген и отвернул пониже рукава куртки, зябко потирая ладони. — Холодно тут у вас. Подождешь, я перекушу?

— Давай, а я пивка возьму. — Димон даже как бы жалел этого лоха. А чего он дурак такой? Другой бы на его месте развернулся конкретно, а этому только сигаретами торговать. Но раз Петр сказал, то все.

Вдвоем они подошли к тетке, торговавшей с лотка под навесом. Димон взял свое пиво, и не успела тетка сказать Гену «Вам?», как бродячий колдун сунулся к ней и ухватил краями рукавов противень с пирожками.

Тетка истошно завизжала. Ген взмахнул противнем — пирожки полетели вверх, а в противне тут же затрещало раскаленное масло. Димон уронил пиво и принял защитную стойку, и, пока он ставил блоки, останавливая падающие пирожки, противень с горячим маслом ударил прямо по уязвимому месту.

Ревел Димон, подобно могучему Зигфриду, пронзенному копьем коварного Хагена. Орала продавщица. Свидетели объясняли опоздавшим, что случилось. Бежали к месту происшествия дружки Димона, опекуны продавщицы и сотрудники правоохранительных органов. Встретившись у лотка, все выясняли друг у дружки, кто они такие. Было ли замешано колдовство в том, что пять минут спустя никто не мог сказать, куда подевался рыжий придурок с мешком? Может, и нет.

Повесть я написала. Всем понравилось, никто не издал. Ну и не очень-то хотелось. В век компьютерных сетей это не так важно. А для денег можно написать плохую статью и хорошо продать. Пожертвовать пару нуль-часов — вот и ботинки для Мишки, и новый линолеум, и юбка с оптовки, да мало ли что еще...

Час я выбрала, естественно, ночной. Между нашими часом и двумя. «Сейчас лягу, только файл сохраню...» Со стороны это так и выглядит. Главное, не забывать часы в DOSe пере-



ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

водить назад. Пару раз забыла — муж и сын испереживались: глюки, мол, вирусы...

Ген заходит иногда. Чтобы не платить пошлину, взял с меня расписку, что я согласна считать каждый дарованный мне час за отдельное доброе деяние. Я люблю с ним разговаривать. Редкое удовольствие в нашем городе — поговорить с новым человеком. Иногда, правда, он нестерпимо заносится и выражает сожаление обитателям мира, лишённого колдовства. Тогда приходится намекать ему, что он всего лишь плод моего воображения. И мирная беседа перерастает в интересную, хотя и бесплодную дискуссию о том, кто из нас кому приходится галлюцинацией.

— Молчи вообще, компиляция фэнтези! Знаешь, сколько раз ты описан в нашей литературе? Спорим на доллар, если вдумчиво перерыть русский фэн-фикшн по мотивам Урсулы Ле Гуин, там точно найдется рыжий колдун с манией величия!

— Ты понимаешь ли, что говоришь, женщина? О ком говоришь? Когда говоришь? Кто дал тебе этот час?! Отвечай!

— Ой, не смейся! Какой еще час? Я организованный и собранный человек, естественно, что в конце дня у меня остается свободное время. Ну а невротические явления вроде тебя...

— Ложь и абсурд! Отродясь я не встречал женщин, наглостью подобных тебе! Да что проку толковать с тобой: еще при прошлой династии было доказано, что миры, по которым странствуют колдуны, существуют лишь в их воображении!

— Кем доказано, можно узнать?

— Коллегией придворных магов!

— Которые сами не подвергали себя опасностям Переходов?

— Разумеется, нет. На что им?

— Ну-ну, все поняла. И фингал тебе в прошлый раз в дискотеке тоже воображаемый поставили?

Заканчивается дискуссия мирно. Ген отдает мне жемчужину слуха и начинает петь из своего любимого Харвена. Поет он так, что тараканы падают в обморок, но стихи, кажется, и вправду хорошие. Хотя, когда пытаюсь их записывать, получается ерунда: что-то вроде русского подстрочника «Doors». Я, впрочем, не поэт.

В последний раз он пришел в одежде ландскнехта. Завербовался в королевские войска спецом по боевой магии. Был слегка трезв и клеился ко мне по схеме «завтра меня убьют, сжальтесь, о Адель». Я не сжалилась. Сказала, что моя вера запрещает супружеские измены. Он сильно удивился, но причину признал уважительной.

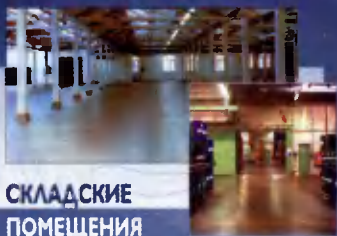
И с тех пор пропал. Уж и книжка у меня вышла, и Михаил из трогательного дошкольника стал малолетним бандитом с наклонностями пиромана, а бродячий колдун все не заходит. Жизнь — это цепь сожалений о правильных поступках.

А явится он, конечно, в тот самый час, который я решу использовать для окраски волос. Я робко надеюсь, что он примет мой махровый тюрбан за гримасы моды. Но это потом, а сперва обрадуюсь.

— Ген! Сколько лет, сколько зим! Где тебя носило?... Черт, да ты седой! Сколько же там у вас времени прошло?

— Сколько и у вас, — буркнет он. Мало того что седина в желтых волосах, еще и шрам через нос. Но в остальном не переменялся. — Все, теперь я пацифист. Кофейку нальешь?

ПОЛИУРЕТАНОВЫЕ ПОКРЫТИЯ



**СКЛАДСКИЕ
ПОМЕЩЕНИЯ**



**МАГАЗИНЫ
И ВЫСТАВОЧНЫЕ ЗАЛЫ**



**ГАРАЖИ
И АНГАРЫ**



**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ
ЦЕХА, ОБЪЕКТЫ
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ
И ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Нивысокая износостойкость, устойчивость к химикатам, растворителям, различным видам топлива и смазок, горячей воде.

Высокие декоративные свойства и исключительная долговечность.

Полное соответствие санитарно-гигиеническим требованиям.

Антистатичность.

Эластичность и прекрасная адгезия ко всем видам оснований.

Простота нанесения.



Производитель: «НОРД МАСТЕРС ГРУПП»
Телефон: (095) 956-2766 (многоканальный)
Телефон/Факс: (095) 913-9705, www.nmg.com.ru

**Крупнейшие выставки химического профиля
в Северо-Западном регионе России**

26 – 29 сентября

Санкт-Петербург

Выставочный комплекс «Ленэкспо»

**III международная
выставка**

**IX международная
выставка**



Организаторы выставки

ОАО ЛЕНЭКСПО, РНЦ «Прикладная химия»,
АООТ ВНИИНефтехим.

При поддержке

Министерства науки и технологий РФ,
Российской академии наук, Российского химического
общества имени Д.И.Менделеева, Министерства
экономики РФ, Администрации СПб.



Адрес: 199106, Россия, Санкт-Петербург,
Большой пр. В.О., 103.
Тел. (812)119-52-31, факс (812)119-53-22.
E-mail: averkina@mail.lenexpo.ru,
Internet: <http://www.lenexpo.ru>.

**Список международных и всероссийских мероприятий,
организуемых Институтом катализа
им. Г.К. Борескова СО РАН**

2000 год

Семинар памяти профессора В.В.Поповского
(к 70-летию со дня рождения)

Новосибирск, 22 мая

Семинар памяти профессора Ю.И.Ермакова
«Новые подходы к целенаправленному синтезу
и изучению каталитических систем»
(к 65-летию со дня рождения)

Новосибирск, 6–8 июня

IV Российская конференция с участием стран СНГ
«Научные основы приготовления и технологии
катализаторов» и III Российская конференция с участием
стран СНГ «Проблемы дезактивации катализаторов»

Стерлитамак, 29 августа — 1 сентября

**Международный семинар «Бесфосгенные технологии
в органическом каталитическом синтезе»,
семинар 9-го Международного симпозиума
по гетерогенному катализу**

Варна, Болгария, 20–22 сентября

**VI Всероссийская конференция «Аналитика Сибири
и Дальнего Востока»**

Новосибирск, 21–24 ноября

За справками и детальной информацией обращаться:
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН
630090 Новосибирск, просп. Акад. Лаврентьева, 5.
Тел./факс: 34-12-97. E-mail: star@catalysis.nsk.su.
Web site: <http://www.catalysis.nsk.su>.

ХИМИЯ—200013—16 июня, Санкт-Петербург,
Петербургский СКК (пр. Гагарина, 8)

Организаторы выставки: Союз Российских Городов,
Администрация Санкт-Петербурга, Правительство
Ленинградской области, Российский Союз Химиков,
Российское химическое общество им. Д.И. Менделеева,
ЗАО «Ортикон»

ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

Химическая наука—XXI век.

Технология химических материалов.

Оборудование для химического производства.

Средства контроля и автоматики.

Лабораторное оборудование.

Сырье для химической промышленности.

Продукция химических предприятий.

Химическая продукция и маркетинг.

Проектирование и строительство
химических предприятий.

Охрана окружающей среды.

Телефон/факс (812) 118-35-37, 264-00-67.

Поставки импортных реактивов по заказам и со склада
Собственное производство реактивов
в лабораторных условиях и реакторах

МОС*	Металлоцены Ti, Zr, Hf, Mg, Sr, Ba, V, Nb, Ta, Mn, Fe, Co, Ni и лантаноидов, мостиковые цены, алкилметаллы (включая бутиллитий и реактивы Гриньяра), производные диваллоилметана
Фосфор-ОС*	Триалкил- и триарилфосфины, моно- и диалкилхлорфосфины, дифенилхлорфосфин, дифенилфосфин
Лиганды для МОС*	Дициклопентадиен, пентаметилциклопентадиен, диваллоилметан
Растворители*	Диметоксизтан, тетрагидрофуран, гексаны, ди-н-бутиловый эфир

*Приведенные примеры не ограничивают список классов и соединений

А также катализаторы и оптически активные катализаторы, хлориды редкоземельных металлов, фтор-ОС, алкил- и арилгалогениды, гидриды металлов (включая литийалюминийгидрид), реактивы электронной чистоты, летучие соединения для МOCVD&CVD и многое другое.

Тел.: (8312) 753-772; факс: (8312) 750-799;
e-mail: dalch@kis.ru, www.dalchem.nnov.ru
ООО «ДАЛХИМ», 603000, Нижний Новгород,
а/я 634

Федеральное государственное унитарное предприятие

Ижевский электромеханический завод «Купол»**ПРОИЗВОДИТ И ПОСТАВЛЯЕТ**

аппаратно-программные комплексы на базе газового хроматографа «Кристалл-2000»,
современные лаборатории универсального назначения

Области применения АПК

- ликероводочная; — экологические лаборатории;
- и спиртовая промышленность; — водоканалы;
- медицина и биология; — санитарный надзор;
- фармацевтика; — газоснабжение;
- судмедэкспертиза; — нефтедобыча и газодобыча;
- масложиркомбинаты; — геологоразведка.
- энергетика;

Состав АПК на базе хроматографа «Кристалл-2000»

- хроматограф «Кристалл-2000»;
- система сбора и обработки хроматографической информации: компьютер (типа IBM PC), монитор, принтер;
- программное обеспечение с методикой анализа;
- колонки насадочные и капиллярные;
- дополнительные устройства хроматографического назначения: генератор водорода, компрессор воздушный с элементами автоматики, фильтром-осушителем и ресивером, ЗИП.

С помощью аппаратно-программного комплекса методом газовой хроматографии можно быстро и точно провести анализ жидких и газовых проб сложных органических соединений, в том числе содержащих галогены, фосфор, серу, азот; идентификацию компонентов анализируемой смеси; измерение относительного и абсолютного количества вещества в единице концентрации или массы.

Предприятие выполняет монтажные и пусконаладочные работы с гарантией 18 месяцев, а также послегарантийный ремонт и обслуживание приборов; проводит обучение персонала.



**По вопросам приобретения, условиям поставок,
заключению договоров обращаться:**

426033, Удмуртская республика, г. Ижевск, ул. Песочная, 3.
Тел.: (3412) 22-63-60 отдел реализации; 22-57-80 дилерская сеть,
25-04-45 отдел маркетинга; факс: (3412) 22-68-19.
E-mail: iemz@kupol.ru; <http://www.iemz.ru>



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Под защитой культуры

Вы никогда не задумывались, почему Иван Петрович из соседней квартиры то и дело приходит с работы с перевязанной рукой, а вы — никогда?

Сотрудники Саратовского медицинского университета попробовали разобраться, что способствует травматизму на производстве («Медицина труда и промышленная экология», 1999, № 10). Выводы, к которым они пришли, едва ли можно считать неожиданными. Оказалось, что чаще всего причиной травм становятся определенные психологические особенности человека, а также условия труда, вызывающие переутомление.

Специалисты отметили, что люди, пострадавшие на производстве, по всем объективным показателям были утомлены, да и сами чувствовали себя усталыми. Такие работники становятся апатичными или агрессивными, теряют интерес к работе, у них снижается чувствительность, нарушаются внимание и память, уменьшается точность работы. Ясно, что все это приводит к травмам.

А вот какие постоянные признаки отличают пострадавших: эмоциональная незрелость, агрессивность, слабый волевой контроль поведения, низкие познавательные способности, невысокий культурный уровень, неудовлетворенность собой и жизнью, отсутствие интереса к работе и недостаточно развитые деловые качества.

Цена этим недостаткам высока: травматизм в современном обществе занимает третье место среди причин нетрудоспособности и преждевременной смерти после сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний.

Так что передайте Ивану Петровичу, пусть он повышает свой культурный уровень. В высоком показателе вашего мы не сомневаемся хотя бы потому, что вы читаете наши заметки!

И. Голутво



...хотя российские ученые и инженеры создают множество ноу-хау, продажа технологий остается наименее развитым сектором отечественного рынка («Вестник РАН», 1999, № 8, с.707)...

...по подсчетам специалистов биотехнологической фирмы «Incyte Pharmaceuticals», геном человека состоит из 142 634 генов («Nature», 1999, т.401, с.311)...

...сегодня лишь 9,4% работающих американцев регулярно используют Интернет для исполнения своих должностных функций («США и Канада: экономика, политика, культура», 1999, № 5, с.116)...

...рибосомная РНК управляет свертыванием белковой цепи, синтезируемой на рибосоме («Current Science», 1999, т.77, с.568)...

...уже имеются данные о строении кристаллов более 250 тыс. соединений и их полиморфных модификаций («Координационная химия», 1999, № 7, с.483)...

...в Екатеринбурге проведен Второй Всероссийский чемпионат зубных техников («Стоматология», 1999, № 5, с.69)...

...по прогнозам специалистов, к 2010 г. в мире накопится более 300 000 т отработанного ядерного топлива («Атомная техника за рубежом», 1999, № 8, с.9)...

...падение крупных небесных тел в океан приводит к выбросу на стратосферные высоты большого числа соединений, разрушающих озон («Письма в ЖЭТФ», 1999, вып.5—6, с.360)...

...мировой автопарк насчитывает 141,7 млн. грузовиков и 462,1 млн. легковых машин и автобусов («Мировая экономика и международные отношения», 1999, № 8, с.61)...

...молекулу C_{60} можно рассматривать как идеальный кристалл в сферическом пространстве («Кристаллография», 1999, № 5, с.785)...

...атомы почти всех химических элементов (металлов и неметаллов) способны образовывать кластеры («Геохимия», 1999, № 9, с.1000)...

...после 1950 г. экологический ущерб от стихийных бедствий в мире увеличивается на 7,5—10% в год, тогда как мировой валовый продукт — не более чем на 3,5% («Авиакосмическая и экологическая медицина», 1999, № 5, с.6)...

...если в 1996 г. по специальности «Экология» в России были защищены 7 докторских и 37 кандидатских диссертаций, то в 1998-м — уже в два раза больше, а именно 15 и 75 («Бюллетень ВАК», 1999, № 5, с.33)...

...получила первые подтверждения гипотеза о том, что важную роль в химическом составе и строении углеводородов нефти играет естественная радиоактивность («Нефтехимия», 1999, № 5, с.337)...

...в 1998 г. средний урожай пшеницы в Великобритании составил около 80 ц/га, в Германии и Франции — около 70, а в России лишь 12—19, что в значительной степени связано с недооценкой современных средств химизации («Агрохимия», 1999, № 96 с.5)...

...зал Московского театра оперетты слишком сильно поглощает звук, из-за чего музыка и пение звучат там несколько «сухо» («Акустический журнал», 1999, № 5, с.631)...

...15 июня 1998 г. в мире было зарегистрировано химическое соединение под номером 18 000 000, но более 90% из них не изучены с точки зрения их воздействия на человека и окружающую среду («Гигиена и санитария», 1999, № 5, с.5)...

...сейчас на околоземных орбитах находится около 8000 аппаратов, из которых действуют только 5—6%, при этом суммарная масса космического мусора составляет 3000—3500 т («Инженерная экология», 1999, № 4, с.10)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

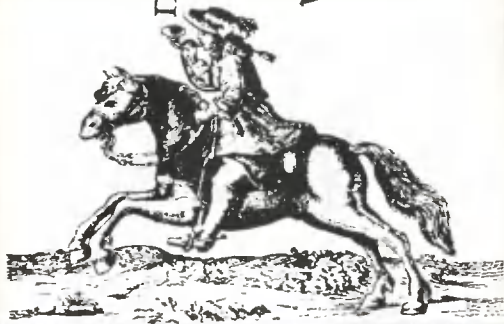
Музыка снега и дождя

Дождь. Капли, как нетерпеливый гость, стучат в стекло. И так же настойчиво они барабанят по водной глади. Представляете, какой рок-концерт слушают рыбы! Резко ударяя по поверхности воды и проникая вглубь, дождевые капли увлекают за собой маленькие пузырьки воздуха, которые периодически расширяются и сжимаются под водой, производя звуки. Ученые регистрируют их примерно через двадцать тысячных секунды после падения капли. Эти звуки напоминают звон маленьких колокольчиков, который постепенно замолкает.

В отличие от капель пушистые снежинки опускаются на землю мягко и нежно. И трудно поверить, что каждая из них производит такой же шум, как и дождевая капля. Совсем недавно американским ученым из университета в Сиэтле удалось расслышать звуки падения отдельных снежинок на воду среди естественных шумов водоема. Физики полагают, что и в этом случае причина возникновения звуков — в пузырьках воздуха. Воздух может находиться или между отдельными кристаллами льда — обломкам снежинок, или между отдельными снежинками, сложенными как стопка тарелок.

А нужна ли кому-нибудь музыка снежинок? Да, конечно — метеорологам. Если сигналы от падения снега зафиксируют чувствительные акустические датчики, расположенные на буях, ученые получат ценные сведения о снегопадах в удаленных районах морей и океанов («Nature», 1999, 29 Oct., «The Journal of the Acoustical society of America», 1999, т.106, с.1765).

М.Житникова



Н.А.ЗНАМЕНСКОЙ, Москва: Лекарственные растения с отхаркивающим действием, которые можно приобрести в аптеках, — багульник, фиалка, эвкалипт, алтей, чабрец, солодка, мать-и-мачеха, а также множество других.

Б.А.КОНСТАНТИНОВУ, Симферополь: Сидр — это яблочное вино, а кальвадос — яблочная водка, то есть продукт перегонки сидра; вообще-то кальвадосом может называться только яблочная водка, приготовленная в одиннадцати определенных областях Франции, но, если есть советское шампанское и грузинский коньяк, почему бы не быть и крымскому кальвадосу?

А.Ф.ВОРОБЬЕВОЙ, Москва: Вынуждены вас разочаровать, ванилин, содержащийся в пищевых продуктах, в основном получают не из плодов ванили; сегодня известны как минимум три промышленных метода синтеза ванилина, а в качестве сырья могут использоваться отходы производства гидролизного спирта и даже обычные опилки.

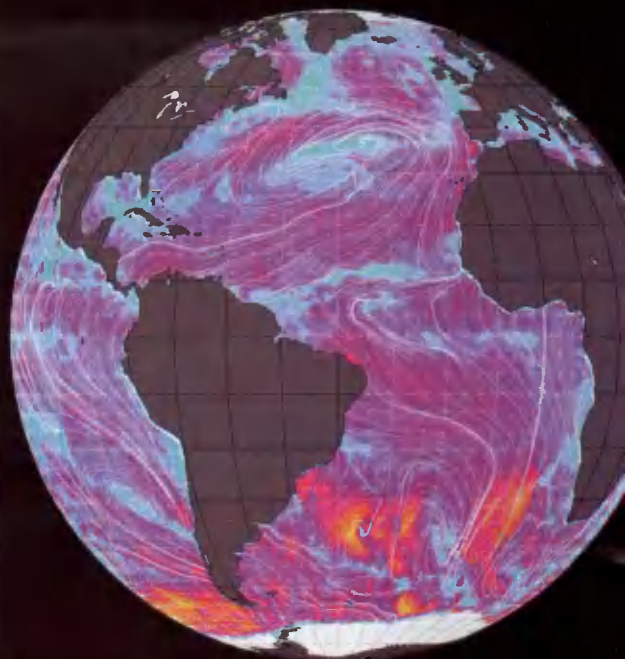
Е.А.ДАВЫДОВУ, Тамбов: Чтобы пассивировать латунную блесну, то есть покрыть ее защитной влагостойкой пленкой золотистого цвета, зачищенную, отполированную и обезжиренную деталь опускают на 1 с в смесь одной части серной кислоты с одной частью азотной и сразу же переносят в крепкий раствор двуххромовокислого калия (хромпика) на 10–15 мин; после этого деталь промывают и сушат.

Е.С.ЖУРАВЛЕВОЙ, Санкт-Петербург: Янтарные изделия можно склеить 50%-ным раствором гидроксида натрия или калия; склеиваемые поверхности надо смазать раствором щелочи, слегка подогреть и плотно сжать.

В.Н.ПАВЛОВСКОМУ, Орел: Экран компьютерного монитора нельзя протирать спиртом и тем более ацетоном, так как на современные мониторы нанесено специальное антибликовое покрытие, которое в этом случае будет смыто; можно использовать бытовые аэрозольные средства для мытья стекол, такие как «Секунда».

В.А.ИЛЬИНОЙ, Брянск: Ремонтантную (непрерывно плодоносящую) землянику можно выращивать зимой на окне, но в самые короткие дни (хотя бы в декабре — январе) ей понадобится дополнительная подсветка.

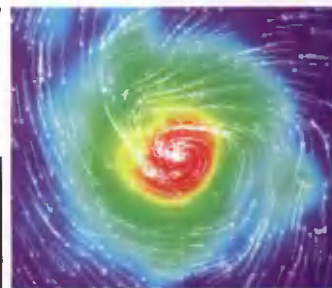
В.З., Москва: Водитель, который заправляет свою машину дешевым бензином и добавляет в него нафталин, «чтобы повысить октановое число», ничего не выгадывает: октановое число-то повышается, а бензин лучше не становится, да и двигатель быстро испортится.



1
Тайфун Ольга, 1 августа 1999 г.
Preliminary Analysis
Слева — восточное полушарие,
справа — западное

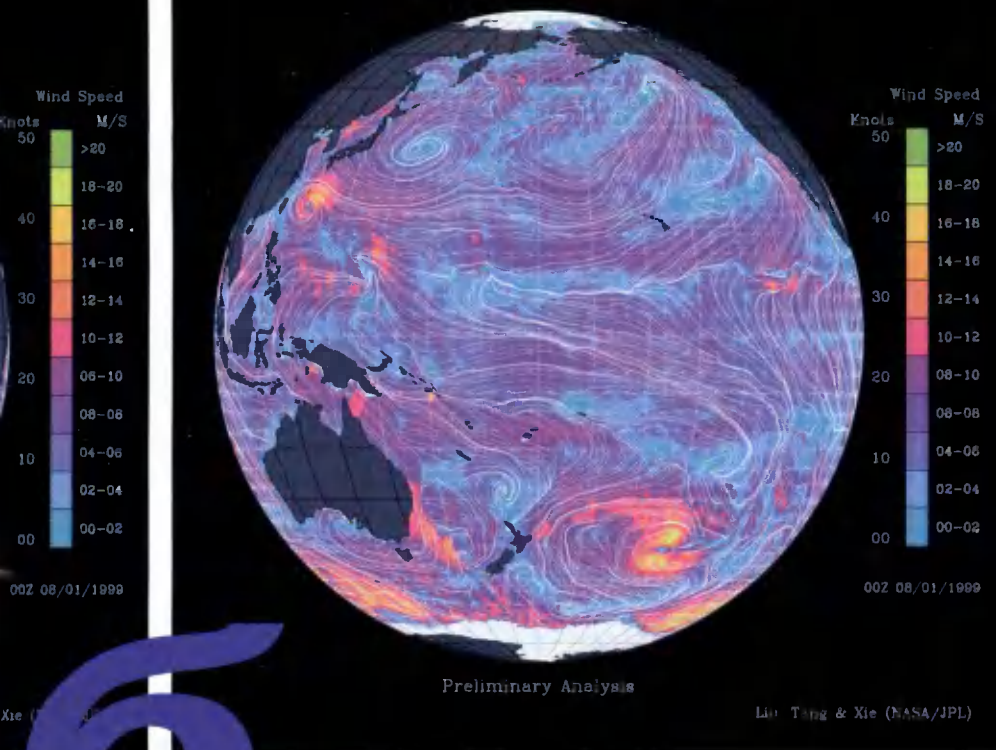
Как увидеть

2
Так выглядел ураган Дора 10 августа 1999 г.



По Рэю Бредбери, суть ветра, его плоть — это полчища погибших, у которых ветер взял их разум, голоса и слил их в один. Не менее жуткую картину нарисовал Роберт Шекли, придумав планету Карела, на которой свист ветра прорезает стальную обшивку танка и через получившиеся дырки внутрь залетают мелкие камешки.

На нашей планете, к счастью, таких ветров не случается. Наибольшую скорость ветра — 342 км/ч вблизи поверхности Земли метеорологи зафиксировали 21 сентября 1961 года у тайфуна Нэнси в северо-западной части Тихого океана. Но этого вполне хватает для огромных разрушений. Наибольшее количество жертв было в 1970 году в Бангладеш, где из-за циклона и последующего наводнения погибло 300 тысяч человек. Одиннадцать тысяч жизней и жилье для двух миллионов человек унес в 1998 году ураган Митч, бушевавший над Гондурасом, Никарагуа и Гватемалой. Самый большой ущерб в 26 миллиардов североамериканских долларов нанес ураган Эндрю, пронесшийся над Багамами, Флоридой и Луизианой в 1992 году. В нашей стра-



О ветер в небесах,
Слети, заслони от взора
Облачную стезю!
Да продлится еще на миг
Неземных плясуний искусство!
СОДЗЕ ХЭНДЁ

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Вот, например, как выглядела карта ветра 1 августа 1999 года (рис. 1), когда тайфун Ольга подбирался к Корейскому полуострову. Желтым цветом показана область с наиболее сильным ветром — более 91 км/ч. Со спутника ученые сумели проследить весь путь тайфуна, начиная от его рождения 28 июля около Филиппин и заканчивая разразившейся через несколько дней бурей на территории Южной Кореи, где тайфун разрушил автомобильные и железные дороги, а также лишил крова более 15 тысяч жителей Сеула. Глядя на карту Западного полушария, нетрудно обнаружить область антициклона над Тихим океаном, которая вызывает сильный ветер вдоль всего побережья Северной Америки. У побережья Антарктиды, где в это время стояла суровая южная зима, бушуют сразу три мощные бури. 10 августа на востоке тропической зоны Тихого океана разыгрался ураган Дора, в котором скорость ветра превышала 64 км/ч (рис. 2).

Сейчас ученые из НАСА раз в неделю одаривают своих сограждан с помощью Сети очень красивыми компьютерными фильмами, по которым всякий американец может увидеть, как и куда движется очередной страшный ураган, и соответственно принять меры. Для них, американцев, это весьма актуально — все-таки чуть ли не половина территории их страны страдает от разгула стихий.

имена ураганов для этого района повторяются каждые шесть лет. Однако если ураган был весьма разрушительным, то имя из списка изымают и на его место вставляют новое, начинающееся на ту же букву. Раньше же имена брали из другого источника. В XIX веке ураганы называли именами святых. А во время Второй мировой войны американские метеорологи стали называть ураганы именами своих жен или подруг. Только в 1978 году в списках имен для ураганов восточной части Тихого океана появились мужские имена. Для Атлантики аналогичную операцию по восстановлению справедливости провели в 1979 году.

Бурю

С.Алексеев

не случается около 90 ураганов в год, но разрушения от них меньше, чем в США. Например, буря, прокатившаяся по Краснодарскому краю и Ростовской области в 1997 году, когда Дон повернул вспять, убила трех человек, повредила 898 домов, разрушила 68 домов, 125 километров дорог, 4 моста и 2 плотины.

Урсула Ле Гуин оказалась гуманнее своих коллег по фантастическому цеху. У нее предсказатели погоды из Земноморья перегоняют тучи с места на место силою заклятия. Говорят, что в той волшебной стране зачастую можно видеть, как грозовое облако прямо-таки слоняется по небу, поскольку ни один из многочисленных чудодеев не хочет дождя, проливающегося ему на голову. Но чтобы вот так, запросто, управлять погодой, хочется увидеть формирующие ее факторы вживую, а не сквозь сухие цифры компьютерных программ. Например, увидеть ветер. Можно ли это сделать?

Оказывается, да, и все благодаря тому, что большая часть поверхности нашей планеты покрыта водой. Ветер порождает волны, которые тем выше, чем серьезнее буря. А высоту волн можно померить со спутника, например с запущенного в конце июня 1999 года американского «КвикСКАТ». На нем установлен прибор, называемый

«СиВиндс», который облучает поверхность океана двумя пучками радиоволн. Они свободно проходят через толщу облаков, отражаются от поверхности океана и возвращаются на антенну спутника, принося информацию о высоте волн. За день спутник успевает десяток раз облететь Землю, сделать около 400 тысяч измерений, получая данные более чем с 90% свободной ото льдов поверхности Мирового океана. В результате получается карта силы ветра на уровне моря, с помощью которой удастся следить за рождением и перемещением над океаном бурь, ураганов, тайфунов и прочих неприятных возмущений атмосферы.

Кстати, откуда берутся имена ураганов и тайфунов? Для того чтобы буря получила имя, скорость ветра в ней должна превысить 62 км/ч. Ураганом она станет, преодолев порог в 127 км/с. Имя же начиная с 1977 года выбирают из списков, которые специалисты из Всемирной метеорологической организации составили для разных бассейнов Мирового океана с учетом того, какие имена приятны местному населению. Например, для северной Атлантики есть шесть списков, содержащих по 21 европейскому имени, выбранному из справочника «1001 имя для вашего ребенка». В новом году берут очередной список, и в результате

«ИННОВАЦИИ-2000. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ»

Уважаемые дамы и господа!

Министерство науки и технологий

Российской Федерации,

Государственное акционерное

общество «ВВЦ»,

Выставочный комплекс ВВЦ

«Наука и образование»

*приглашают вас принять участие в Третьей
Международной выставке-ярмарке «ИННОВА-
ЦИИ-2000. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ХИМИ-
ЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ», проводимой в рамках
Межведомственной программы активизации
научно-технической деятельности 1998—2000 гг.*

Тематические направления выставки

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ:

- металлы и сплавы;
- керамические материалы;
- композиционные материалы;
- стекломатериалы;
- полупроводниковые материалы;
- мембраны и мембранные технологии;
- малотоннажные химические продукты;
- катализаторы;
- лакокрасочные материалы;
- эластомерные композиции и резинотехнические изделия.

Покрытия на основе новых материалов.

Технологии получения новых материалов
и химических продуктов.

Химия и технология переработки возобновляемого
растительного сырья.

Химия и технология чистой воды.

Экологическая безопасность производства и применения новых
материалов и химических продуктов.

**В рамках выставки
предполагается программа
деловых мероприятий.**

11–14
апреля
2000
года

**Москва,
ВВЦ,
павильон N 5**

По вопросам участия
в выставке обращаться:
129223 Москва,
пр. Мира, ВВЦ, строение 2.
Тел.: (095) 181-90-44,
181-97-71, 974-61-44.
Факс: (095) 974-71-96.
www.rusexpo.com;
e-mail: admin@rusexpo.com

103905 Москва, Тверская, 11,
Миннауки России.
Тел.: (095) 229-97-34, 202-15-63.
Факс: (095) 229-97-34, 202-53-18.
E-mail: comm@arc.extech.msk