



И

СНЗМЖ И РИМЖ









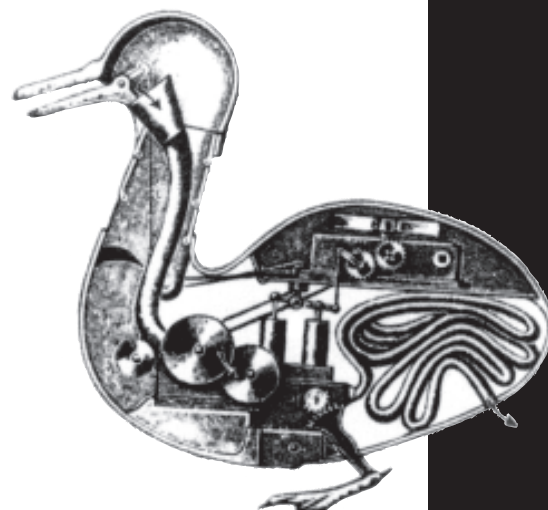


*Тем, кто любит колбасу  
и уважает закон,  
не стоит видеть,  
как делается то и другое.  
«Принцип колбасы»*



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок Н.Кращина  
к статье «Был ли прав Мальтус?»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина  
братьев Лимбург «Январь». Самые горячие  
поздравления в этом месяце сочетаются  
с приготовлением самых горячих блюд.  
А вот о том, как самые горячие технологии  
применяются для синтеза новых материалов  
читайте в статье «Огненные технологии или СВС»*





**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

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

**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, О.В.Рындина,  
 В.К.Черникова

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

**Агентство ИнформНаука**  
 О.О.Максименко, Н.В.Маркина,  
 Н.В.Пятосина, О.Б.Тельпуховская  
 textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 29.12.2003  
 Допечатный процесс ООО «Марк Принт  
 энд Паблшер», тел.: (095) 136-37-47  
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:  
 105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:  
 (095) 267-54-18,  
 e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в интернете по адресам:  
<http://www.hij.ru>;  
<http://www.informnauka.ru>

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

На журнал можно подписаться  
 в агентствах:  
 «Роспечать» — каталог «Роспечать»,  
 индексы 72231 и 72232  
 (рассылка — «Центроэкс», тел. 456-86-01)  
 «АРЗИ» — Объединенный каталог  
 «Вся пресса», индексы — 88763 и 88764  
 (рассылка — «АРЗИ», тел. 443-61-60)  
 «Вся пресса» — 787-34-48  
 «Информсистема» — 124-99-38, 127-91-47  
 «Интерпочта» — 925-07-94, 921-29-88  
 ООО «Урал-Пресс» — 214-53-96  
 ЗАО «АнФ-Эскорт» — 319-82-16  
 В Санкт-Петербурге  
 «ПитерЭкспресс» — (812)325-09-25  
 На Украине «KSS» — (044) 464-02-20

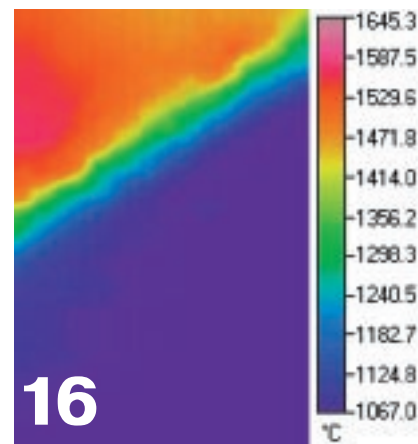
© Издательство  
 научно-популярной литературы  
 «Химия и жизнь»



**8**  
 Водородный топливный  
 элемент — шанс для России  
 снова занять место среди  
 великих экономических  
 держав.

Горение — не всегда  
 разрушение, оно может  
 использоваться  
 и для синтеза веществ  
 с уникальными свойствами.

Химия и жизнь — XXI век



**ИНФОРМАУКА**

**ВЕЧНАЯ МЕРЗЛОТА СТАНОВИТСЯ НЕНАДЕЖНОЙ** ..... 4  
**О БЕССМЕРТИИ ПОЛИМЕРОВ** ..... 4  
**ТКАНИ — ОТ КРАБОВ** ..... 4  
**КОСТИ ИЗ САПФИРА** ..... 5  
**ЖИЗНЬ НА ЖИДКИХ КРИСТАЛЛАХ** ..... 5  
**ИНФУЗОРИЯ ОТКЛИКАЕТСЯ НА СВЕРХМАЛЫЕ ДОЗЫ ВЕЩЕСТВ** ..... 6  
**ЧУТЬ-ЧУТЬ ПСИХОТРОПНЫХ ВЕЩЕСТВ НЕ ПОВРЕДИТ** ..... 7  
**ВИЧ-ВАКЦИНУ ЛУЧШЕ ВВОДИТЬ ЧЕРЕЗ ЗАДНИЙ ПРОХОД** ..... 7

**ДОКУМЕНТ**

**М.Д.Прохоров**  
**РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ** ..... 8

**ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА**

**С.М.Комаров**  
**ШАГИ К СВЕРХЛЕГКОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ** ..... 9

**ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ**

**М.В.Кузнецов, Ю.Г.Морозов**  
**ОГНЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИЛИ СВС** ..... 16  
**Т.А.Хабас**  
**ЧАСТИЦЫ ЗАТВЕРДЕВШЕГО ПЛАМЕНИ** ..... 18

**А.Л.Ивановский**  
**ГОРОШИНЫ В СТРУЧКЕ, ИЛИ ФУЛЛЕРЕНЫ И НАНОТРУБКИ —**  
**В ОДНОМ ФЛАКОНЕ** ..... 20

**Л.И.Верховский**  
**НОБЕЛЕВСКИЕ ПРЕМИИ 2003 ГОДА** ..... 24

**С.В.Багоцкий**  
**В 2033 ГОДУ НОБЕЛЕВСКУЮ ПРЕМИЮ ПОЛУЧИТ...** ..... 24

**РАЗМЫШЛЕНИЯ**

**Станислав Лем**  
**ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ БИОЛОГИИ ДО 2040 ГОДА** ..... 26

**ПЕРЕПИСКА**

**Л.Намер**  
**БЫЛ ЛИ ПРАВ МАЛЬГУС?** ..... 31



42



Все о растительных смолах: от живицы до янтаря, от скипидара до шеллака, от истории древнего мира до наших дней.

Старт новой рубрики: главные белки, во всем их многообразии.

32



62

«Я стал бездельником с девяти лет, с тех самых пор, как Эдисон устроил лабораторию в соседнем доме и показал мне анализатор интеллекта.»

# В номере

4

## ИНФОРМНАУКА

Про ненадежность вечной мерзлоты и сапфировые протезы, про то, как определить, подействует ли лекарство в сверхмалых дозах, и про оптимальный способ введения вакцины против СПИДа.

20

## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Все слышали про нанотрубки и про фуллерены, но пока еще мало кто знает, что получится, если начинить нанотрубку фуллеренами.

24

## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Нобелевские премии–2003  
Сверхпроводимость и сверхтекучесть; каналы в клеточной мембране; магнитно-резонансная томография... и мнение российских школьников: какие достижения будут отмечены Нобелевским комитетом в 2033 году.

34

## БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Феномен плацебо — бесполезного и безвредного вещества, которое больной считает лекарством — еще не до конца исследован. Обман — или все-таки лечение?

58

## РАДОСТИ ЖИЗНИ

Традиция хождения в баню имеет глубокие исторические корни. Даже Октябрьская революция, как выясняется, была приурочена к дате продажи знаменитых Сандуновских бань...

### МОЛЕКУЛЫ ЖИЗНИ

М. Литвинов

ПЕРВЫЕ, ОНИ ЖЕ БЕЛЫЕ ..... 32

### БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Е. В. Москалев

ВЕРЮ — НЕ ВЕРЮ ..... 34

### А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

В. И. Цветков

ЗАДОХНЕТСЯ ЛИ МОСКВА? ..... 38

### ИНФОРМНАУКА

С УВАЖЕНИЕМ К РАЗЛОЖЕНИЮ ..... 41

ЗАМЕНА АСБЕСТУ ..... 41

### ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

В. М. Сало

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СМОЛЫ ..... 42

### КНИГИ

В. Бондарев

ПОМОЕМСЯ, РУСИЧИ! ..... 58

### ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

К. Воннегут

ЛОХМАТЫЙ ПЕС ТОМА ЭДИСОНА ..... 62

### ПОРТРЕТЫ

С. В. Смолицкий

ДЯДЬКА МАРБА ..... 65

### ФОТОФАКТ

А. В. Янковский, К. А. Станюкович

ГОСТЬЯ ИЗ ЭОЦЕНА ..... 72

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ ..... 46      КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ ..... 70

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ ..... 48      ПИШУТ, ЧТО... ..... 70

ИНФОРМАЦИЯ ..... 52      ПЕРЕПИСКА ..... 72



## КЛИМАТОЛОГИЯ

### Вечная мерзлота становится ненадежной

Глобальное потепление климата атакует вечную мерзлоту. И здесь, как нигде, важен правильный прогноз, поскольку от состояния мерзлотных земель зависит будущее всех северных городов и промышленных объектов. Составить такой прогноз взяли исследователи из Государственного гидрологического института в Санкт-Петербурге ([oleg@oa7661.spb.edu](mailto:oleg@oa7661.spb.edu)). Результатом их работы стали прогностические карты, на которых определена зона повышенной опасности вдоль Арктического побережья и рассчитана степень опасности для городов, магистралей, трубопроводов и прочей инфраструктуры Севера.

Ученые использовали несколько сценариев климатических изменений, основанные аж на пяти математических моделях, чтобы спрогнозировать площадь распространения, температуру и глубину сезонного протаивания вечной мерзлоты. По их расчетам, уменьшение общей площади мерзлоты в северном полушарии к 2030 году составит от 10 до 18%, к 2050 — от 15 до 25%, а к 2080 году — от 25 до 50%. Глубина сезонного протаивания увеличится неодинаково как во времени, так и в пространстве. В ближайшие три десятилетия изменения будут относительно невелики, но к середине столетия эта глубина станет больше на 15–25%, а к 2080 году — на 30–50%. Таким образом, к концу XXI века можно ожидать, что зона вечной мерзлоты сократится наполовину, а глубина сезонного протаивания вырастет вдвое.

Но мало рассчитать, насколько уменьшится вечная мерзлота, главное — вычислить, как это отразится на ее несущей способности. Для этого служит «индекс геокринологической опасности», который вычисляют по определенной формуле. Применив эту формулу к нашим северным территориям, ученые нашли, что зона высокой геокринологической опасности охватывает все Арктическое побережье, где будет происходить интенсивная береговая эрозия. В зоне высокой опасности находятся города и поселки Салехард, Игарка, Дудинка, Тикси (Россия), а также Барроу и Инувик (США), трубопроводы и сооружения газодобывающего комплекса Надым-Пур-Таз на северо-западе Сибири. Умеренной опасности подвергаются Якутск, Норильск, Воркута, значительная часть Транссибирской и Байкало-Амурской магистралей. Природно-техногенные катастрофы в этих местах можно предотвратить только путем целенаправленных инвестиций на поддержание инфраструктуры Севера.

## МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

### О бессмертии полимеров

*Люди не хотят стареть. Еще они не хотят, чтобы быстро старели полимеры, а хотят, чтобы они служили как можно дольше. Ученые из Научно-исследовательского института химии антиоксидантов Новосибирского государственного педагогического университета исследовали свойства антиоксидантов для полимеров и выяснили, как связаны их эффективность со строением ([chemistry@ngs.ru](mailto:chemistry@ngs.ru), <http://www.nspu.net/>).*

Сейчас ученые возлагают большие надежды на особые антиоксиданты, которые содержат в одной молекуле два антиокислительных центра: фенольный фрагмент и серу. Благодаря совместному действию этих центров, вещества такого рода очень эффективны.

Соединения, синтезированные исследователями из Научно-исследовательского института химии антиоксидантов, в 5–30 раз увеличивают устойчивость к окислению вазелинового масла, которое использовали в экспериментах новосибирские ученые. Им удалось выявить связь между структурой соединения и его

антиокислительной силой. Это очень важный результат, поскольку он позволяет целенаправленно синтезировать эффективные антиоксиданты. Оказалось, чем дальше находятся друг от друга два антиокислительных центра, тем лучше работает вещество. Его свойства также усиливаются, если в молекуле поровну фенольных фрагментов и атомов серы. Эксперименты подтвердили, что соединение с равным числом таких центров гораздо лучше тормозит окисление вазелинового масла, чем, например, антиоксидант, у которого на один атом серы приходится два фенольных фрагмента.

Новые вещества сравнили с известными, используемыми в промышленности. Например, промышленный антиоксидант пробуккол в условиях эксперимента с форсированным окислением защищает образец вазелинового масла в течение 72 минут, а вещества, которые получили ученые, — в течение 113–170 минут, то есть почти в 2,5 раза дольше.

## ТЕХНОЛОГИИ

### Ткани — от крабов

*Ученые из Московского государственного текстильного университета придумали, как улучшить качество окрашиваемых тканей. Чтобы увеличить интенсивность цвета и прочность окраски, надо предварительно пропитать ткань раствором вещества из панцирей крабов ([office@msna.ac.ru](mailto:office@msna.ac.ru)).*

Хитозановый бум, который наблюдается в течение последних лет, оставляет все меньше областей, в которых не нашлось бы применение это вещество. Для него есть работа и в сельском хозяйстве, в производстве продуктов питания, сорбентов, пленок и мембран для очистки воды.





Широко его используют и в медицине, в производстве лекарств и шовных материалов, не говоря уже о косметике. Хитин выделяют из панцирей крабов, креветок и других членистоногих, число которых настолько велико, что по неисчерпаемости запасов хитин может сравниться только с целлюлозой. После небольших преобразований его можно перевести в растворимую в воде форму — хитозан, который в растворе обладает мощным положительным зарядом.

Учитывая сочетание уникальных свойств хитозана (способность к образованию пленок, к биодegradации) и наличие мощного положительного заряда, ученые Московского государственного текстильного университета решили использовать особенности этого вещества, чтобы улучшить качество окраски тканей из смесей натуральных и синтетических волокон. В растворе эти волокна приобретают поверхностный отрицательный заряд. Благодаря этому на поверхности образуется прочная окрашенная пленка. Таким образом один и тот же краситель можно использовать для окраски химических и природных волокон.

Ученые красили хлопчатобумажную ткань бязь, которую пропитывали раствором крабового хитозана, а потом высушивали при температуре 110°C. Такие образцы окрашивали золотисто-желтым и красным красителями. Эффективности окраски оценивали по двум критериям: интенсивность цвета и устойчивость окраски. Как оказалось, интенсивность окраски растет с увеличением концентрации хитозана. Устойчивость проверяли отмытием образцов в мыльно-содовом растворе, а также трением. Ткань, окрашенная по новой технологии, успешно прошла испытания и получила высшую оценку по пятибалльной шкале. Однако прочность окраски не изменяется с увеличением концентрации хитозана. Видимо, для образования прочной окрашенной пленки вполне достаточно и небольшого количества хитозана.

## КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

### Кости из сапфира

*Врачеватели древности наделяли сапфир целительной силой. В русском лечебнике XVIII века говорилось: «Яхонт лазоревый кто при себе носит, тело умножает и чинит человека быть чистым и добрым, нечистоту с очей и болезни с тела изгоняет». Жизнь не подтвердила эти свойства сапфиров, однако специалисты НТК «Институт монокристаллов» НАН Украины вернули эти драгоценные камни в медицину в обличье имплантатов. Они разработали технологию выращивания дешевых искусственных сапфиров нужной формы и размера из отечественного сырья.*

Как известно, в качестве заменителей костной ткани сейчас широко используется металл. Однако исследования показывают, что спустя короткое время после операции титан, например, обнаруживается в лимфатических узлах и легких, кобальт и хром — в почках и позвоночнике, что может привести к нежелательным последствиям. В организме корродирует даже золото.

У сапфира этих недостатков нет — он инертен, совместим с живыми тканями и не ухудшает иммунный статус организма. Кристаллографические параметры сапфира и биологических кристаллов костной ткани однотипны, и при наложении неживого камня и живой ткани часть их узлов совпадает. Коэффициенты трения и износа сапфировых пар также приближаются к соответствующим значениям для натурального сустава. При этом сапфировые поверхности не срачиваются с костными структурами и на них не оседают органические молекулы. Короче говоря, на сегодняшний день лучше имплантата, чем сапфировые, не существует.

Однако естественные кристаллы недостаточно крупные, часто бывают неоднородными, к тому же они слишком дороги. Идея совершить обратный процесс, то есть слой за слоем вырастить из специально подобранного расплава

нужный монокристалл, не полагаясь на капризы природы, возникла еще в начале прошлого века, тогда же были синтезированы первые искусственные рубины. Потом удалось разработать технологии, которые сделали возможным выращивать монокристаллы разных видов весом в десятки и сотни килограммов.

Для использования в качестве имплантатов такие заготовки не годились. Чтобы придать им нужную форму, например, как у челюстной кости, нужно было дополнительно обрабатывать готовый кристалл. Мало того что в отходы шла большая часть камня, проблема состояла еще и в том, что качество сапфира при такой обработке ухудшается: в приповерхностном слое образуются невидимые, но недопустимые дефекты структуры. Сейчас благодаря компьютерному моделированию специалисты могут вырастить из расплава готовые изделия — на заказ, точно по слепку.

Харьковские материаловеды вместе с медиками разработали разнообразные сапфировые имплантаты для стоматологии, пластики позвоночника и ринопластики, а также тазобедренные суставы и набор челюстно-лицевых заменителей. Стоимость их невелика. Хирурги впервые получили возможность ставить сапфировые фрагменты даже трех-четырёхлетним детям с врожденной патологией челюсти. Кристалл приживается и нормально функционирует. Когда ребенок подрастет, медики планируют сделать особую подсадку для косметического выравнивания лица, так что «драгоценный» сустав будет верой и правдой служить человеку всю жизнь.

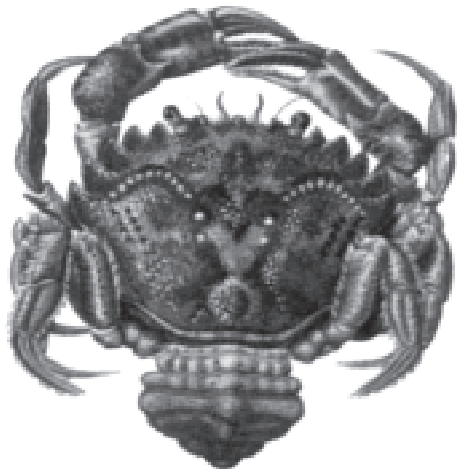
Благодаря харьковским технологиям сапфирами можно заменить уже более полусотни из 210 костей человеческого организма. По мнению медиков, эта цифра будет расти и дальше.

## МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

### Жизнь на жидких кристаллах

*ДНК представляет собой не только двойную спираль, но и жидкий кристалл. С этим обстоятельством придется считаться и толкователям генома человека. Исследования жидкокристаллических форм ДНК в Институте молекулярной биологии им. В.А.Энгельгардта РАН поддерживают РФФИ, программа «Новейшие методы биоинженерии» и компания «Биоаналитические технологии».*

Несмотря на стремительное развитие молекулярной биологии и биоинженерии, механизм функционирования генетичес-



кого аппарата живых клеток еще не вполне ясен. Отсутствие конкретного результата обусловлено прежде всего недостаточностью знаний о том, в какой форме ДНК существует в живых клетках. То, что молекула ДНК представляет собой двойную спираль, знают теперь даже малые дети. Однако чтобы поместиться в ядре клетки или в головке вируса, ДНК должна быть упакована гораздо плотнее, причем эта упаковка обязана легко и обратимо меняться в ходе биологических процессов. Исследования, проведенные, главным образом, в Институте молекулярной биологии им. В.А.Энгельгардта РАН под руководством доктора химических наук Ю.М.Евдокимова, говорят о том, что молекулы двухцепочечных нуклеиновых кислот в живых объектах находятся преимущественно в жидкокристаллическом состоянии. Ученые доказали это с помощью электронной микроскопии ультратонких срезов хромосом, рентгенографического и спектрального анализов.

Жидкокристаллическую ДНК обнаружили в бактериофаге Т4 в клетках кишечной палочки, в хромосомах жгутиковых простейших, кишечной палочки, бацилл и других бактерий, в головках спермиев многих млекопитающих, скорпиона, осьминога, древесной лягушки и рыб. Поскольку упаковка молекулы влияет на ее работу, М.Ю.Евдокимов считает, что знания, полученные при изучении свойств изолированных молекул ДНК, нельзя переносить на свойства конденсированных молекул ДНК в составе биологических объектов.

Исследование особенностей жидкокристаллического состояния двухцепочечных молекул ДНК имеет не только теоретическое, но и прикладное значение. Поскольку концентрация ДНК в жидкокристаллической структуре может достигать сотен миллиграммов в одном миллилитре, а ученые умеют получать эти структуры в лабораторных условиях, генетический материал можно будет вводить в такие клетки. Кроме того, локальная концентрация противоопухолевых соединений, антибиотиков и других препаратов, способных связываться с жидкокристаллической ДНК, всего в несколько раз меньше локальной концентрации самой ДНК, что позволит вводить в клетки животных большие дозы лекарств.

Жидкие кристаллы можно использовать и в качестве биосенсорных устройств. Их принцип действия состоит в следующем: азотистые основания жидкокристаллической ДНК тем или иным способом узнают молекулы биологически активного соединения и адресуют их в определенные места на поверхности ДНК. образо-

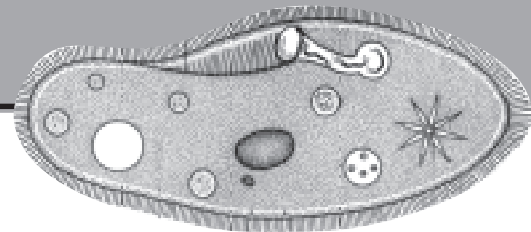
вание комплекса вызывает оптический сигнал, а пространственная структура жидкокристаллической ДНК такова, что многократно его усиливает и позволяет увидеть результаты действия биологически активного соединения на ДНК. В спектре кругового дихроизма появляется одна или несколько полос в области поглощения биологически активного соединения. По особенностям полос можно судить о концентрации этого вещества и об ориентации его молекул по отношению к азотистым основаниям ДНК. Таким способом исследователи обнаруживали в плазме крови противоопухолевые соединения — синтетические и полусинтетические антибиотики, в концентрациях, соответствующих тем, которые применяют при лечении рака. Использование биосенсоров позволяет не только определить концентрацию лекарства, но и установить способ расположения его молекул на ДНК. Эта информация может пригодиться при синтезе новых производных биологически активного соединения.

## БИОТЕСТИРОВАНИЕ

### Инфузория откликается на сверхмалые дозы веществ

*Многие хорошо известные лекарства или пестициды действуют и в сверхмалых дозах. Этот экспериментальный факт надежно зафиксирован российскими учеными. В роли теста для выявления активности сверхмалых доз ученые из Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова и Института биохимической физики им. Н.М.Эммануэля РАН предлагают использовать инфузорию ([burlakova@sky.chph.ras.ru](mailto:burlakova@sky.chph.ras.ru)).*

Мир перенасыщен лекарствами, удобрениями, пестицидами и тому подобными соединениями. Сокрушаясь по этому поводу, люди тем не менее не могут обойтись без химии. Спасением могут стать препараты, действующие в сверхмалых дозах. Лекарства в сверхмалых концентрациях не дают нежелательных побочных эффектов, анальгетики не вызывают привыкания, интоксикации при длительном контакте. Исследования, посвященные действию сверхмалых доз, очень актуальны. Но сначала такие вещества надо обнаружить, а простого и надежного метода их поиска нет. Российские ученые из Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова и Института биохимической физики им. Н.М.Эммануэля РАН разработали систему, позволяющую легко и быстро проверить, дей-



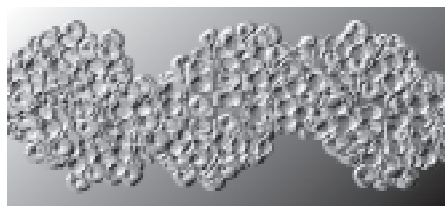
ствует ли препарат в сверхмалых концентрациях. Для проверки нужен сам препарат, микроскоп и инфузория.

Тестовым объектом стала инфузория спиростома. Это крупная инфузория длиной 1–3 мм червеобразной формы. Спиростомы постоянно движутся, и ученые предложили использовать их движения, чтобы оценивать биологическую активность веществ. В среду с инфузориями добавляют вещество, действие которого надо проверить, и наблюдают в бинокулярный микроскоп, сколько раз за единицу времени спиростома пересекает визир окуляра. Ученые проверили восемь хорошо известных соединений: пестициды карбофос и дельтаметрин, атропин, расслабляющий гладкую мускулатуру, дофаминolitik SCH-23390, транквилизатор феназепам, антиоксидант фенозан, седативный препарат циприн и снотворное гексенал. Растворы этих веществ имели концентрацию от обычной, 0,001 моль/л, до исчезающе малой,  $1 \times 10^{-18}$  моль/л, что на несколько порядков меньше традиционной дозы. Все вещества в разной степени изменяли двигательную активность спиростом; в основном инфузории замедляли движение на 25–50% по сравнению с контролем. Только гексенал никак не повлиял на их перемещение.

Затем препараты испытали на лабораторных животных: крысах, собаках, мышах, лягушках и на их изолированных мышцах. Все вещества, кроме гексенала, в сверхмалых дозах действовали так же, как и в традиционных. Феназепам снимает судороги, фенозан улучшает память и физическую работоспособность, циприн снимает стресс, карбофос отравляет организм даже в концентрации  $1 \times 10^{-13}$  моль/л. Он снижает способность крыс к размножению, а некоторые родившие грызуны съедают свой приплод. Только гексенал в сверхмалых дозах не обладает снотворным действием, но ведь он и на движение инфузорий не влиял.

Поскольку вещества, изменяющие двигательную активность спиростом, должны образом действуют на лабораторных животных, и наоборот, московские ученые считают, что разработанная ими методика с использованием спиростом может служить тестовой системой для поиска соединений, эффективных в сверхмалых концентрациях.

Вообще, это направление исследований сулит удивительные перспективы. Представьте, что пестицидов придется производить в миллиарды раз меньше, потому что их сверхмалые концентрации будут действовать точно так же. Вопрос в другом: понравится ли это корпорациям, производящим пестициды?







## физиология Чуть-чуть психотропных веществ не повредит

*Многие лекарства и в сверхмалых дозах сохраняют свою активность, но перестают оказывать побочное действие. Это положение подтвердили российские ученые из НИИ фармакологии РАН в экспериментах на крысах.*

Граждане России стали чаще страдать расстройствами психики. Эти болезни проявляются в нетипичной форме, традиционные лекарства на них действуют слабо, зато побочные эффекты проявляются в полной мере. У фармакологов есть две возможности: либо искать новые лекарства, либо как-то иначе использовать уже имеющиеся. Один из новых способов применения традиционных препаратов — введение в сверхмалых дозах, ниже обычных на несколько порядков. Ученые ожидают, что при приеме в таких дозах лекарства будут оказывать свойственное им специфическое действие, а нежелательные побочные эффекты при этом ослабнут или исчезнут вообще. Чтобы проверить это предположение, специалисты НИИ фармакологии РАН и Института биохимической физики им. Н.М.Эмануэля РАН изучили действие наиболее широко используемых психотропных веществ, вводимых в сверхмалых дозах, в сравнении с их же эффектами в традиционных дозах, и ожидания оправдались.

Ученые исследовали противотревожные препараты феназепам и флюнитразепам, антидепрессанты амитриптилин и имипрамин и пирарцетам, влияющий на обучение. Принимать лекарства и испытывать на себе их действие пришлось беспородным белым крысам (их кололи внутривенно). Представьте себе крысу, которая хочет пить. У нее в клетке стоит поилка, но через 10 секунд после первого глотка на поилку и пол подаются ток силой 0,25 мА, так что каждое утоление жажды становится наказуемым. Если подавить у крыс чувство тревоги, они станут, невзирая на наказание, пить чаще контрольных животных. Борьба с депрессией выпало крысам в сосуде с водой. Над водой возвышалось колесо диаметром 10 см с 12 перекладинами. Животное пыталось выбраться из воды, подтянувшись за перекладину, но, поскольку колесо свободно вращалось, эти попытки оставались безуспешными, и крыса скоро бросала их. По числу оборотов колеса, регистрируемому с помощью герконового датчика и счетчика, определяли склонность крыс к развитию депрессивно-подобного состояния. Для оценки ноотропного действия пирарцета-

ма крысу учили спасаться от удара током, перебегая в другой отсек камеры.

Оказалось, что феназепам и флюнитразепам даже в сверхмалых дозах (в 1000–10000 раз ниже обычных) снижают крысину тревогу, хотя не так эффективно, как в обычной дозировке. Но зато побочные эффекты этих веществ (мышечная слабость, забывчивость, сонливость) полностью исчезают. Антидепрессанты как в традиционных, так и в сверхмалых дозах повышают число оборотов колеса при вынужденном плавании крыс, и опять-таки без побочных эффектов. Ноотроп пирарцетам при введении в сверхмалых дозах улучшает обучение по сравнению с контрольными крысами, при этом животные остаются спокойными.

Так, на примере веществ трех разных классов ученые установили, что при снижении доз сохраняется основное специфическое действие препаратов (как правило, на более низком в сравнении с традиционными дозами уровне) при практически полном исчезновении побочных эффектов. По мнению исследователей, этот факт указывает, во-первых, на то, что действие в сверхнизких дозах присуще не только феназепаму или пирарцетаму, но, возможно, является общим свойством фармакологических веществ большинства, а может быть, всех классов. Во-вторых, сходство изменения эффектов позволяет предположить, что в основе явления лежат единые для всех фармакологических веществ механизмы. Вот бы это относилось и к алкоголю.

## МЕДИЦИНА

### ВИЧ-вакцину лучше вводить через задний проход

*Российские ученые ищут наиболее эффективный метод иммунизации против ВИЧ-инфекции. Новая идея ученых из НИИ биоинженерии, ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор» (пос. Кольцово Новосибирской обл.) и Биомедицинского центра (Санкт-Петербург) — вводить вакцину через задний проход. В конце концов, задний проход — это один из путей проникновения вируса. Почему бы не защищаться от него тем же путем? Работу поддерживает Междомственная научно-техническая программа России «Вакцины нового поколения и медицинские диагностические системы будущего» (vector@vector.nsk.ru).*

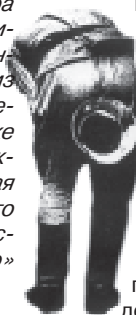
Ученые многих стран вплотную подошли к созданию вакцины против СПИДа. Большие надежды они возлагают на ДНК-вакцины, несущие гены вируса им-

мунодефицита. Эти гены работают в организме, синтезируют некоторые вирусные белки, неопасные для здоровья человека, а иммунная система вырабатывает антитела к этим белкам и готовится достойно встретить целый вирус, если возникнет такая необходимость.

ДНК-вакцину принято глотать. Практика показывает, что для достижения высокого иммунного ответа приходится поглощать большие количества ДНК, а это очень дорого. Внутримышечные инъекции вызывают ответ слабый и кратковременный. Поэтому ученым необходимо найти какой-то иной путь введения ДНК-вакцин, способный при малой дозе обеспечить высокий специфический иммунный ответ. Российские специалисты из НИИ биоинженерии, ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор» (пос. Кольцово Новосибирской обл.) и Биомедицинского центра (Санкт-Петербург) считают, что этим требованиям удовлетворяет перектальный (через задний проход) способ введения вакцины.

ДНК-вакцина попадает в организм, «упакованная» в клетки сальмонеллы. Специальные ослабленные штаммы этой бактерии не вредят здоровью, но стимулируют создание дополнительного иммунного барьера, который не позволяет вирусу проникать через слизистую оболочку (а ВИЧ-1 именно так и проникает). Российские ученые сконструировали плазмиду, несущую ген белка gp160 ВИЧ-1, ввели эту ДНК в клетки сальмонеллы, а суспензию клеток с ДНК — мышам. Каждой мышке в рот или в задний проход попал 1 миллиард сальмонелл, уместившихся в микроскопической капельке. Разумеется, исследователи поставили все необходимые контрольные опыты. Результаты показали, что вакцинация не вредит здоровью мышей. Достаточно было один раз ввести сальмонеллы, несущие ДНК-вакцину, чтобы вызвать эффективный иммунный ответ. Сыворотки мышей обеих групп содержали специфические антитела и подавляли развитие ВИЧ-1 в зараженной клеточной культуре, а их лимфоциты уничтожали зараженные клетки. Однако введение вакцины через задний проход вызвало иммунный ответ значительно более активный, чем ее глотание.

По мнению исследователей, это происходит потому, что часть сальмонелл, попавших в организм через рот, гибнет в желудке. Уцелевшие бактерии не проникают дальше тонкого кишечника. Через особые клетки слизистой оболочки кишечника они попадают в лимфатические узлы, откуда растекаются с лимфой по всему организму. А при введении через задний проход сальмонеллы распространяются по всем отделам кишечника, в том числе по толстой кишке, насыщенной лимфатическими узлами. Поэтому при перектальном введении эффективную дозу вакцины можно уменьшить и не изнурять организм дополнительной бактериальной нагрузкой. Ученые считают ректальный способ иммунизации ДНК-вакциной против ВИЧ-инфекции весьма перспективным.





# М.Д.Прохоров:

*«Реализация программы развития вернет России статус великой»*

Сегодня мир стоит на пороге новой технической революции, перед переходом промышленности на новый технологический этап. Хорошо известны некоторые ошибки в недавней истории России. Например, в 60-е годы в СССР была, по сути, упущена возможность совершить технологический прорыв, и в результате к концу 80-х годов техническое отставание нашей промышленности от западной стало почти непреодолимым. При этом в условиях перехода на новый этап те страны, которые сейчас «на коне», могут пропустить нужный момент технологического перевооружения, существенно отстать в развитии необходимой современной инфраструктуры.

Сегодня у нашей страны есть возможность попытаться сразу сделать прорыв в новую экономику. Более того, я уверен, что у нас просто нет выбора. Основная цель разработки водородных технологий в мире — это снижение зависимости от существующих энергоносителей: нефти и газа. То есть как раз от того, что сейчас служит ядром нашей экономики, основой бюджета России. Если через 15 лет внедрение новой экономики снизит потребление нефти и газа, то страну ждет депрессионная модель развития. Мы можем и должны начать активную разработку водородной энергетики.

Для того чтобы конкурировать в сфере высоких технологий, необходимо иметь преимущества. У России в данном случае такие преимущества налицо, а именно фундаментальные разработки РАН и запасы необходимого для производства водорода металла — палладия: наша страна контролирует около 50% его мирового производства. Это позволяет мне утверждать, что у нас в руках историческая возможность предложить на рассмотрение Президенту и Правительству РФ программу развития водородной энергетики в качестве национальной экономической идеи по возврату России статуса великой экономической державы. И это надо делать, на мой взгляд, с помощью Совета по науке и высоким технологиям при Президенте РФ.

Какие требования будет предъявлять мировая экономика к нашим разработкам? Во-первых, мы должны опережать развитие мирового рынка. Причина понятна: наш собственный рынок, к сожалению, пока не развит в этом направлении. Вначале нашу продукцию придется продавать за рубежом. Мы должны тщательно проанализировать аналогичные западные разработки для того, чтобы наша продукция оказалась не хуже и даже лучше, чем у конкурентов, а следовательно, востребована рынком. Во-вторых, чтобы сразу сделать качественный прорыв, нужно смотреть в будущее, в перспективы рынка 2010–2012 гг.

Важнейшая задача — организация финансирования разработок в сфере водородной энергетики. Естественно, средств «Норильского никеля» не хватит для того, чтобы профинансировать все работы в этой области. Для осуществления прорыва придется привлечь государственные ресурсы и создать централизованные программы. Будут очень полезны ресурсы нефтяных и газовых компаний, которые занимаются энергетикой. При этом, на мой взгляд, недостаточно иметь средства на финансирование дальнейших разработок. Необходим и государственный заказ на внедрение, потому что, как правило, новая экономика внедряется крайне тяжело из-за неподготовленности инфраструктуры.

Выступление генерального директора ГМК «Норильский никель» на совместном заседании президиума РАН и правления ОАО «ГМК «Норильский никель» 9 декабря 2003 года

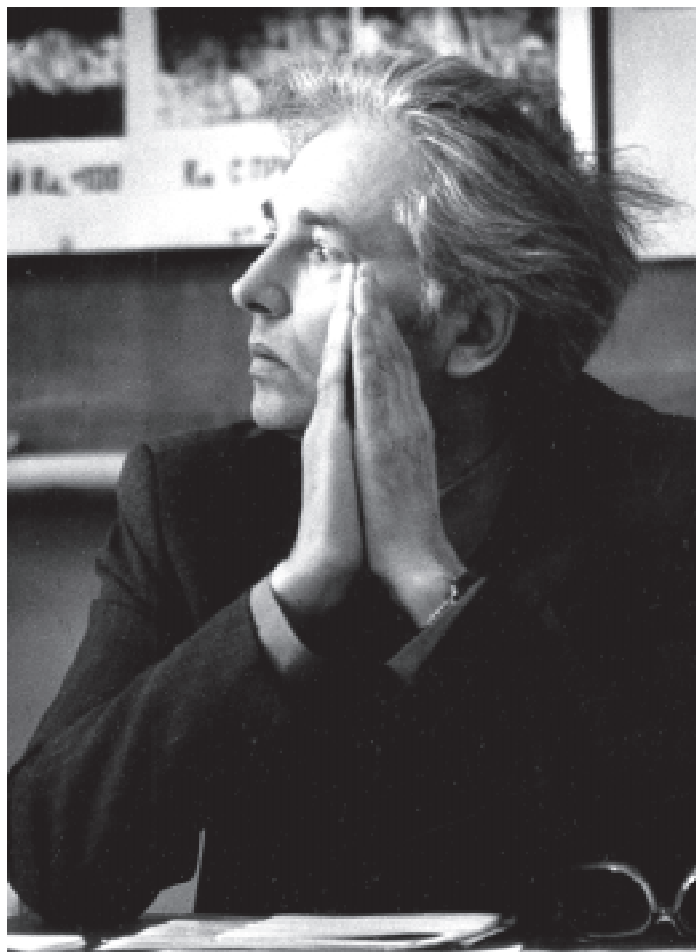
**С**вое выступление я хотел бы начать с благодарности в адрес Российской академии наук за тот энтузиазм, с которым ученые включились в совместную работу по развитию водородной топливной энергетики.

Я сегодня остановлюсь подробнее на стратегии России в области развития водородной энергетики и топливных элементов. К сожалению, Россия потеряла статус ведущей экономической державы. Сегодня мы находимся во второй десятке развитых стран и при этом серьезно зависим от экспорта. Я считаю, что в этих условиях перспектива дальнейшего развития связана именно с высокими технологиями.

Мы ставим перед собой смелую цель: к 2010 году войти в десятку ведущих экономически развитых стран. Однако, на мой взгляд, при росте экономики 10% в год удастся лишь немного сократить разрыв. Например, если экономика России станет расти ежегодно на 8%, а в США — всего на 1%, поставленная задача будет решена только через 236 лет. Сотрудничество с РАН привело нашу компанию к интересному выводу. Мы считаем, что активные работы в области развития водородной энергетики и топливных элементов — это уникальная возможность для России попасть в число ведущих мировых держав. Приведу аргументы, подтверждающие этот тезис.



Академик Г.А.Месяц,  
руководитель совместной  
комплексной программы



## водородной энергетики экономической державы»



ДОКУМЕНТ

Поэтому я считаю, что по внедрению тех продуктов, которые мы с вами совместно разрабатываем, должна быть отдельная программа. Это неизбежно коснется и образования — подготовки кадров для новой системы экономических отношений.

Несколько слов по поводу нашей совместной комплексной программы. В рамках реализации этой программы мы хотели бы создать цепочку от первоначальных научных исследований до опытно-документальных работ. Вторая задача, которая, по-моему, очень важна, — правильно выбрать ключевые направления развития водородной энергетики. Третья — эффективная координация нашей деятельности. В этом большая роль отводится Совету РАН. Наконец, мы рассчитываем на создание «Палладий-центра», который позволил бы в ближайшее время форсировать разработки по применению этого металла.

Заканчивая свое выступление, я хотел бы еще раз обратиться ваше внимание на то, в чем я лично абсолютно убежден: у нас в руках находится ключ к созданию национальной программы по возврату нашей страны в ряды ведущих экономических стран мира.

ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

Кандидат физико-математических наук  
**С.М.Комаров**

# Шаги к сверхлегкой энергетике

1

В деле создания отечественного топливного элемента российские ученые нашли наконец-то долгожданную поддержку предпринимателей — в Президиуме РАН 10 ноября 2003 года президент РАН Ю.С.Осипов и генеральный директор ГМК «Норильский никель» М.Д.Прохоров подписали соглашение о сотрудничестве. В соответствии с ним компания будет выделять до 40 миллионов долларов ежегодно на исследования по водородной энергетике. Спустя месяц, 9 декабря, была подписана комплексная программа исследований. Справедливости ради надо отметить, что эта программа не единственная. Весной прошлого года за аналогичную задачу — создание коммерчески пригодной энергетической установки на топливных элементах — российские ученые взялись всерьез благодаря поддержке Международного научно-технического центра в союзе с Минатомом и «Газпромом».

«Водородной энергетикой у нас в России занимаются довольно давно, с середины шестидесятих годов, если не считать идеи, которые выдвигались в девятнадцатом веке, — говорит руководитель программы вице-президент РАН Г.А.Месяц. — Причина в том, что она имеет огромное значение для космоса и подводного флота. За месяц, прошедший с подписания соглашения, мы побывали более чем в десяти организациях, провели три семинара: за Уралом, в Санкт-Петербурге и в Москве. Оказалось, что институты, которые ранее занимались этими проблемами, сохранили очень многие направления и продолжают работы по соответствующим темам. Важную роль тут сыграла поддержка МНТЦ, общий объем которой составил 35 миллионов долларов. Другим источником финансирования было сотрудничество с зарубежными компаниями. Но именно поддержка от «Норильского никеля» означает, что наконец-то наши ученые смогут работать на инте-

рессы отечественной экономики. У нас есть реальная возможность сделать хорошую работу и перегнать развитые страны, не догоняя их. Несомненно, наша страна сильно отстала в области традиционных технологий. Однако эти технологии, несмотря на колоссальные вложения, не позволили создать надежный, дешевый топливный элемент с большим сроком службы. А технологии будущего, которые основаны на наших фундаментальных исследованиях, способны решить эти задачи. Участие Академии наук должно быть тщательно продумано — чтобы не вышло так, что сегодня мы возьмем деньги, а завтра ничего не отдадим. В сущности, это пилотный эксперимент по новой организации отраслевой науки с использованием фундаментальных результатов».

Очередной всплеск интереса к водородной энергетике, видимо, связан с осознанием неотступно надвигающегося глобального энергетического кризиса, который вызван истощением при-

родного топлива. Водород вполне способен заменить и нефть, и газ или существенно сократить их потребление: ведь даже если добывать его сжиганием природного топлива, все равно последнего потребуется меньше, поскольку КПД водородных энергетических установок очень высок. Кроме того, водород можно добывать из биогаза или из продуктов переработки бытовых отходов. Оптимальный же способ — электролиз воды с помощью электроэнергии, добытой на солнечных или ветряных электростанциях. Ведь солнце светит только днем, да и не всегда достаточно ярко, а ветер дует не всегда достаточно сильно. Если превращать электричество в водород в момент пика выработки, потом можно будет проводить обратный процесс с помощью топливного элемента. Как утверждает академик Ж.И.Алферов, возможности современных гетероструктур делают солнечную энергетику вполне реальной не только в тропических широтах.

В грядущем мире водородной энергетики, который, как считают оптимисты, возникнет в ближайшие двадцать лет, по улицам будут ездить бесшумные автомобили. Их энергетические установки станут выбрасывать в окружающую среду водяной пар, в крайнем случае — с примесью углекислого газа. Линии электропередач и теплосети почти исчезнут — их заменят газопроводы. В каждом доме будет стоять свой топливный элемент, напрямую преобразующий природный газ в электричество с выделением все тех же воды и  $\text{CO}_2$ . Помимо электричества, он будет снабжать жильцов теплом и горячей водой. С учетом высокого КПД подобных установок, а также из-за отсутствия потерь на нагрев электропроводов и отопление Галактики получится колоссальная экономия энергоресурсов.

Среди совсем уж фантастических проектов следует обратить внимание на американскую идею: не мелочиться и полностью отказаться от углеводородного сырья. Для этого придется опутать все страну системой трубопроводов, по которым станет циркулировать жидкий водород. Энергию для поддержания газа в жидком состоянии предполагается добывать, сжигая водород же, а стенки трубопроводов из-за низкой температуры окажутся еще и сверхпроводящими и смогут служить в качестве кабелей электропередач! Что касается водорода, то, как считают некоторые геологи, он в огромном количестве выделяется из недр земли в рифтовых зонах, где кора планеты испытывает растяжение, и этот источник, по сути, неисчерпаем (см. «Химию и жизнь», 2000, № 10).

А ключевое устройство всей водородной энергетики — топливный элемент, в котором водород, соединяясь с кислородом, превращается в воду; высвободившаяся при этом энергия напря-

мую становится электроэнергией. Именно отсутствие всевозможных движущихся частей и передаточных звеньев и обеспечивает топливному элементу очень высокую эффективность — его КПД превышает 50%, а в лучших образцах достигает 75%.

## 2

Если у нас есть инфраструктура добычи водорода и снабжения им, то большого разнообразия конструкций топливных элементов не будет. Однако история с этой инфраструктурой напоминает проблему курицы и яйца: чтобы развивать ее в условиях капиталистической экономики (где цель производства, как известно, — получение наиболее высокой прибыли, а не удовлетворение каких-то жизненно важных потребностей вроде охраны окружающей среды), должны быть потребители водорода. А они появятся только после того, как будет создано бесперебойное снабжение, иначе на водородном автомобиле далеко не уедешь. Поэтому если где-то и создадут системы водородозаправок (например, в тех десяти европейских городах, которые с этого года участвуют в эксперименте по применению водородных автобусов), то делают это городские власти, выделяя средства по затратному механизму, без надежды обеспечить проекту самофинансирование. Зато с надеждой прославиться в качестве защитников окружающей среды.

Вот почему идеологией самокупаемой водородной энергетики на первых порах хотят воспользоваться имеющейся системой распределения топлива, а именно газопроводами и бензозаправками. Ничего удивительного в такой идее нет: и природный газ, и бензин — это углеводороды. Значит, можно попытаться отщепить водород от углеродного скелета непосредственно перед входом в топливный элемент. И как это делать — тоже известно: надо нагреть топливо, а потом осуществить каталитическое парциальное окисление или пароводяную конверсию. Например, превратить топливо в синтез-газ, то есть смесь водорода с угарным газом. Потом тем или иным способом дожечь ядовитый угарный газ до безвредного углекислого — и можно подавать смесь на водородный электрод топливного элемента. Получается эдакий небольшой химический заводик-процессор (его еще называют конвертер или риформер), смонтированный прямо «на борту» топливного элемента. Наличие этого заводика и порождает два принципиально разных типа конструкции — высокотемпературный и низкотемпературный.

Если смесь газов, которые выходят из процессора, не охлаждать, ее температура составит около 800°C, то есть наряду с электричеством элемент дает еще и немало тепла. Вариант без ох-

# 10 целей

*«Комплексная программа поисковых, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по водородной энергетике и топливным элементам» предусматривает:*

— проведение исследований по расширению направлений промышленного использования палладия и разработку перспективных технологических процессов по изготовлению продукции на его основе;

— создание научно-технического, технологического и конструкторского задела по ключевым устройствам, агрегатам и системам водородной энергетики и топливных элементов (ТЭ) с характеристиками, превосходящими зарубежные аналоги, в том числе твердополимерных, щелочных и твердооксидных ТЭ;

— создание топливных процессоров водорода для конверсии углеводородных топлив и получения водорода;

— создание комплексов по производству, очистке, аккумулированию, хранению и транспортировке водорода;

— разработку промышленной технологии изготовления элементной базы и новых материалов для водородной энергетики и автономных энергетических установок с ТЭ различных типов;

— создание унифицированного ряда высокоэффективных экологически чистых энергетических установок и электрохимических генераторов широкого класса на основе ТЭ, мощностью от 1 до 25 кВт;

— создание портативных источников тока на основе ТЭ для использования в бытовой электронной аппаратуре (компьютерах, мобильных телефонах, аудио- и видеоаппаратуре и др.);

— формирование базовой кооперации научных организаций Российской академии наук и промышленных предприятий для производства конкурентоспособных энергетических установок на основе ТЭ и высокотехнологичной продукции на основе использования палладия и металлов платиновой группы;

— подготовку предложений по развитию национальной инфраструктуры водородной энергетики;

— разработку предложений по формированию национальной программы по водородной энергетике и ТЭ, по вариантам и схемам финансирования работ по этой программе с использованием материальных и финансовых ресурсов частного бизнеса.

В пяти разделах программы подробно представлены исследования, которые обеспечат достижение этих целей.

В программе указано, что ее будут уточнять и дополнять каждый год в зависимости от выполнения отдельных проектов.



лаждения хорош еще и тем, что сам процессор становится более простым: при столь высокой температуре топливный элемент с удовольствием будет использовать и угарный газ как топливо. Однако элементы блока, генерирующего электричество, могут оказаться слишком нежными, чтобы выдержать такой нагрев. В этом случае внутри процессора придется проводить как выделяющие тепло реакции, так и те, что его поглощают, а с помощью системы трубопроводиков-теплообменников комбинировать оба процесса. Сам топливный элемент в этом случае работает при температуре 80°C, и безопасность получается значительно выше — все-таки собирающаяся закипеть вода — это не то, что расплавленный свинец.

### 3

Помимо температуры газовой смеси, в разнообразии конструкций водородных топливных элементов вносит свой вклад и состав электролита. Чтобы понять, какие тут возможны варианты, рассмотрим, как, собственно, в элементе добывают электричество.

Молекула водорода из потока газа подходит к водородному электроду, адсорбируется на нем и распадается на два атома. Водород, будучи типичным восстановителем, весьма охотно отдает электрон, его атомы быстро превращаются в протоны и оказываются внутри материала электрода, где они, мельчайшие ионы, легко перемещаются. Если есть провод, который соединяет водородный электрод с кислородным, то электрон пойдет по нему туда, где его уже ждет адсорбированный по тому же механизму атом кислорода.

Увы, процесс этот не может идти бесконечно долго. Протоны, накапливаясь на водородном электроде, равно как и ионы кислорода, оказавшиеся на кислородном, создают соответственно положительный и отрицательный заряды. Иначе говоря, поляризуют электроды. В результате электроны, подчиняясь выраженной в законе Кулона склонности отталкиваться от зарядов своего знака и притягиваться к противоположным, перестают течь по цепи. Чтобы решить проблему, в дело вступает электролит — своего рода прокладка между электродами, по которой могут перемещаться либо протоны, либо ионы кислорода в той или иной форме. А переместившись и встретившись на соответствующем электроде, они вступают в реакцию, образуя молекулу воды, которая покидает топливный элемент. Энергия молекулы воды меньше, чем у смеси атомов водорода с кислородом. Эта-то разница и оказывается в конечном счете источником электроэнергии.

Из этого краткого описания становит-

ся понятным, что сам по себе генерирующий электричество элемент — весьма сложное устройство, которое дает широкий простор для фантазии материалововеда. В нем есть три основных компонента — электроды, электролит и токосъемник, то есть пластинка, плотно прилегающая к электроду, с тем чтобы забрать все электроны, выходящие с его поверхности, и доставить их к месту назначения. Сквозь токосъемник нужно обеспечить, во-первых, доступ газов — водорода и кислорода — к электроду, а во-вторых, удаление воды. На электроде требуется быстро проводить реакцию распада молекул газов на атомы и ионы, причем так, чтобы потоки заряженных частиц были большими. Ну а электролит должен хорошо проводить ионы и при этом не менять свои свойства с течением времени.

Вот как устроен один из наиболее перспективных низкотемпературных топливных элементов — с твердым полимерным электролитом, точнее, не сам элемент, а его мембран-электродный блок. В основе конструкции находится проводящая протоны мембрана. Она не только служит электролитом, но и не дает смешиваться обоим газам — кислороду и водороду, то есть обеспечивает защиту от случайного взрыва (как-никак, дело приходится иметь с потенциальной гремучей смесью). На мембрану с обеих сторон наносят электрокатализатор, например платинированную сажу. Это пористый материал с полимерным связующим, в котором находятся частицы катализатора. Поскольку на кислородном электроде порой образуется перекись, а также имеются свободные кислородные радикалы, химическая стойкость мембраны должна быть очень высокой. Пока что ученые не смогли придумать ничего лучше фторопластов. Попытки применить мембраны из углеводов не увенчались успехом — любая группа  $\text{CH}_2$  в таком материале быстро окисляется. А проводимость протонов обеспечивают распределенные во фторопласте сульфогруппы. Чтобы мембрана стала проводить ионный ток, она должна набухнуть в воде. При этом получается что-то вроде твердого раствора серной кислоты, который работает примерно так же, как в аккумуляторе автомобиля.

Для подвода реагентов и съема тока, на катализатор накладывают пористые газодиффузионные слои. Как правило, это композит, для получения которого на углеткань напрессовывают сажу с фторопластом, добавляя порообразователь и нагревают. Углерод, как проводящий материал, позволяет снимать ток, а фторопласт нужен для усиления гидрофобности, ведь именно сквозь газодиффузионный слой вода постоянно выходит из зоны реакции. Вообще-то углерод и сам по себе плохо смачивается, но, оказывается, в процессе ра-



## ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

боты на его поверхности образуются  $\text{OH-}$ ,  $\text{CO-}$  и  $\text{COOH-}$  группы, которые с водой взаимодействуют. А вот смешанная поверхность из наночастиц углерода и фторопласта держится достаточно долго.

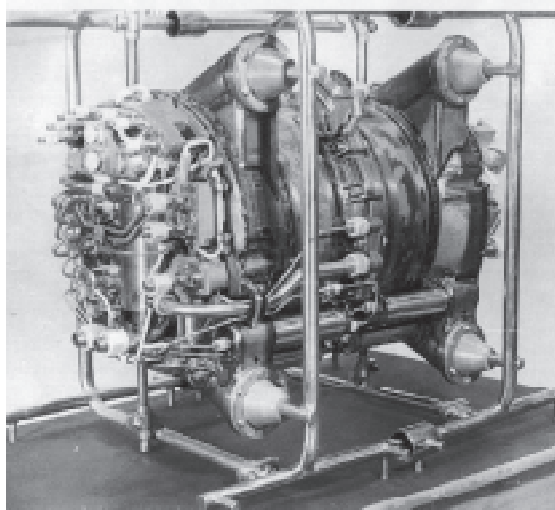
Грамотное отведение воды — очень важная задача для такого элемента: если режим не оптимален, она либо залетит катализатор, либо мембрана высохнет. Получается, что для каждой температуры в воздухе, поток которого обвевает кислородный электрод, нужно иметь свое парциальное давление паров воды. Это обеспечивает специальное устройство-увлажнитель — его температура и определяет парциальное давление водяного пара, а к нему прилагаются всевозможные датчики. Дополнительные трудности создает размах колебаний температуры в нашей стране — от +50 до -50°C. Если в положительной области работать не так уж трудно, то в отрицательной отнюдь не все проблемы решены. Главная из них — как полностью удалить воду из неработающего элемента: если она осталась в порах, то при замерзании вся изящная конструкция мембран-электродного блока разрушится.

Последний до сих пор не названный элемент генерирующего блока — биполярная пластинка. Дело в том, что у всех электрохимических источников тока напряжение невелико, менее одного вольта. Поэтому отдельные ячейки приходится собирать в сборки, где биполярные пластинки отделяют одну ячейку от другой. Эти пластинки тоже лучше всего делать из графита: металл тяжеловат и склонен к коррозии. А какой-нибудь ион железа со своим зарядом  $3^+$ , попав на сульфогруппу, заблокирует перемещение протонов через мембрану. В этих пластинках проделаны борозды: по ним и проходят потоки газов. Водород и кислород из потоков проникают в поры токосъемников и далее следуют к катализатору, а молекулы воды, наоборот, насыщают сухой поток воздуха, который продувают у кислородного электрода, и с ним покидают элемент.

Толщина мембраны — 100–150 мкм, хотя химики имеют твердое намерение сделать материал толщиной 30–50 мкм. (Это сулит немалые преимущества: при работе элемента протоны увлекают с

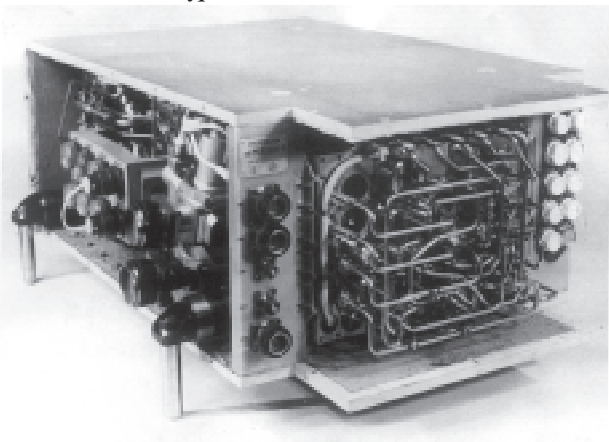
собой к кислородному электроду молекулы воды, и мембрана у водородного электрода высыхает. А на расстоянии 30–50 мкм как раз успевает продиффундировать та вода, что образовалась на кислородном электроде. Получается саморегулирующаяся система.) Толщина электрокатализаторов — по 10 мкм. Токосъемники, они же диффузионные слои, которые еще и прочность системе обеспечивают — по полмиллиметра. Наконец, биполярная пластинка — 4 мм. В результате единичная электрогенерирующая ячейка элемента с твердополимерным электролитом оказывается чуть толще 5 мм.

Ток элемента определяется площадью мембраны в каждой ячейке: лист формата А4 дает 300 ампер. К сожалению для электрохимиков, такой ток никому не нужен, требуется большое напряжение. Поэтому приходится объединять ячейки в сборки. Обычно, в зависимости от цели, в элементе собирают несколько десятков или сотен ячеек. Например, для троллейбуса нужно напряжение 300 Вольт. При этом приходится учитывать, что чем больше ячеек в сборке, тем выше вероятность отказа.



*Водородная энергетическая установка сейчас занимает весь багажник «Лады»*

*Топливный элемент «Фотон» для «Бурана»*



Исторически сложилось так, что первые топливные элементы, которые удалось применить в техническом устройстве, сделали с жидким щелочным электролитом, и они прекрасно проявили себя во времена активного освоения космоса. Первое производство таких топливных элементов в СССР освоили специалисты Уральского электрохимического комбината. Эту работу они начали в 1966 году на базе производства металлокерамических фильтров для диффузионного разделения элементов, а уже спустя два года получили заказ на создание элементов питания для лунной экспедиции. В 1971 году появился первый отечественный топливный элемент «Волна». Он был способен работать в течение 1000 часов, выдавал один киловатт мощности при напряжении 27 вольт, а весил 60 килограмм. Следующий щелочной элемент, на сей раз для «Бурана», начали разрабатывать в 1978 году. Через десять лет появился элемент по имени «Фотон» с ресурсом 2000 часов, мощностью 10 кВт, весом 145 кг. Этого ресурса должно было хватить на десять недельных полетов советского космического челнока. Сейчас по заказу «АвтоВАЗа» на комбинате модернизируют «Фотон», чтобы его можно было использовать в легковом автомобиле. Если поначалу ему требовалось два бака, с водородом и кислородом, то в 2002 году экспериментальная «Лада» уже использовала кислород воздуха. Работают такие элементы и на космических кораблях, например на спутнике «Ямал».

*Топливный элемент «Волна» для лунной экспедиции*

Слабое место щелочного электролита в том, что щелочь взаимодействует с углекислым газом и образуются нерастворимые в щелочной среде карбонаты. В космосе, где нет атмосферы и в элемент оба газа попадают в чистом виде, этой проблемы нет. А вот на Земле углекислый газ есть везде, и прежде всего в питающем кислородный электрод воздухе. Если же еще и на водородный электрод подавать смесь газов из топливного процессора (а там углекислого газа очень много, почти четверть), то щелочной элемент оказывается в очень тяжелых условиях, которые неизбежно снижают его ресурс. Кроме того, беда всех жидких электролитов, и щелочных, и кислотных, — вода, что образуется как на внешней, так и на внутренней поверхности кислородного электрода: она неизбежно разбавляет электролит.

Обоих недостатков лишен твердый полимер, он же протонобменная мембрана. Топливные элементы с ним считаются самыми перспективными, надежными и потенциально самыми дешевыми. «Мембраны разрабатывают наши коллеги из бывшего НПО «Пластполимер», а мы делаем мембранно-электродные блоки, — рассказывает один из ведущих ученых, В.Н. Фатеев, который возглавляет работы по созданию твердополимерных элементов в Институте водородной энергетики РНЦ «Курчатовский институт». — Есть надежда, что наш элемент будет существенно дешевле, чем те, которые предлагают зарубежные коллеги: ведь число миллионов рублей, отпущенных на эти работы, было значительно меньше, чем у них миллионов долларов. Более того, работы в основном пришлось на период перестройки, когда с деньгами был просто кошмар, а научный сотрудник зарабатывал всего несколько долларов в месяц. Безденежье порой заставляло лучше работать серое вещество го-



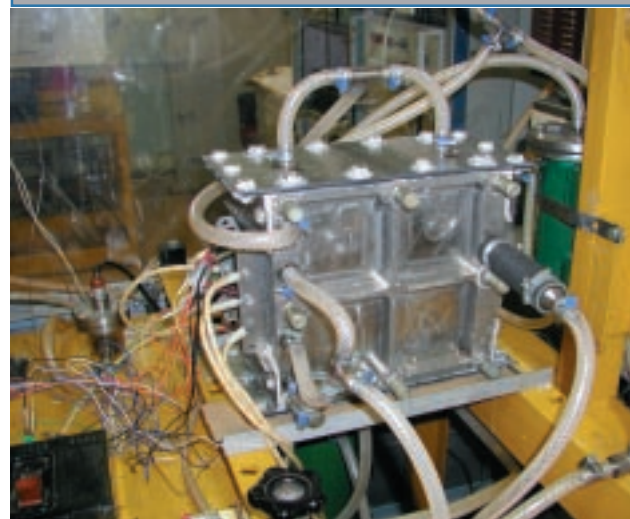




«Чистая» энергетическая установка на стенде. Все эти трубопроводы и дополнительные устройства, которые нужны, чтобы расположенная в центра элементарная топливная ячейка исправно работала, желательно упаковать в корпус автомобильного аккумулятора



#### ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА



ловного мозга, и кое-где мы нашли оригинальные решения и по составу мембран, и по технологии изготовления катализатора или диффузионных слоев».

Вот, например, как выглядит метод синтеза электрокатализатора, предложенный учеными Курчатовского института. Когда этот слой наносят на мембрану, нужно обеспечить не только плотное сцепление, но также оптимальное число частиц катализатора на единицу площади и определенную пористость. Чтобы ее создать, ученые готовят суспензию на основе воды, в которую добавлен изопропиловый спирт. При сушке его можно заставить резко вскипеть, и тогда пористость будет колоссальной, а прочность — низкой. А можно выпаривать неделями и получить монолит. Посередине находится оптимальный режим. Структура пор немаловажна: глубокие пещеры, которыми изрыт активированный уголь, здесь совершенно не нужны. Из таких пор невозможно удалить воду, и катализатор быстро выходит из строя: капли воды перекрывают доступ газов к нему. Оптимум — множество ямок на поверхности слоя.

Коль скоро свойства так чувствительны к структуре, возникает вопрос: а насколько устойчив метод при изменениях сырья? «Мы изучали это, — отвечает В.Н.Фатеев. — Действительно, технические условия на углерод очень широки, и специфику нашей работы они не учитывают. Это не случайно — ведь никто не будет делать для нас специальную продукцию, мы за год потребляем два мешка сажи, каждый стоимостью всего-то в пятьсот рублей. Поэтому для каждого нового мешка приходится корректировать технологию. Однако мы точно знаем, какие парамет-

*Экспериментальный топливный элемент Курчатовского института на протонопроводящей мембране*

ры, а именно размер частиц, удельная поверхность, внутренняя пористость, нам нужны. Скорее всего, если производство топливных элементов станет массовым, изготовители углеродных материалов перейдут на более строгие технические условия, которые будут удовлетворять нашим запросам».

## 5

Высокотемпературный топливный элемент назван так не случайно — при комнатной температуре материал его электролита никакие ионы не проводит, он оказывается типичным изолятором. Способность к проводимости у него возникает при нагреве до высокой температуры, за 800°C. То есть прежде чем элемент начнет выдавать энергию, нужно довольно долго сжигать топливо и тратить энергию на нагрев. Для автомобиля такой элемент не подходит, а вот для генерации электричества и тепла в отдельно стоящем коттедже — вполне. Если низкотемпературные топливные элементы уже используются довольно широко: сейчас их суммарная мощность приближается к 50 МВт, то высокотемпературные находятся скорее в стадии разработки, чем в эксплуатации. Это и неудивительно: в них используют хрупкие керамические материалы, с которыми при нагреве и охлаждении приходится обращаться очень бережно, чтобы тепловое расширение не стало причиной трещин.

В области высоких температур снова возможны две концепции: электро-

лит в виде твердого оксида или жидкого расплава карбонатов. В качестве первого наиболее хорошо проводит ионы  $\text{BaCeO}_3$ , но из-за его низкой химической стойкости самым перспективным считают соединение на основе оксида циркония, в который добавлены щелочно- и редкоземельные металлы. Его проводимость в десять раз ниже, чем у соединения бария-цирия, поэтому перед материалововедами стоит серьезная задача: как ее повысить. Один из способов — изменить качество сырья. Например, как показывают исследования физиков из снежинского ВНИИТФ им. академика Е.И.Забабина, если сделать нанопорошок керамики лазерным испарением, а потом скомпоктировать его в изделие магнитно-импульсным методом, то плотность электрической мощности при нагреве до 800°C вырастет на 30% по сравнению с керамикой из микрочастиц, полученной химическим методом. Через твердый оксид могут перемещаться ионы кислорода, именно поэтому угарный газ ему не страшен: соединившись с ионом на водородном электроде он ставнет углекислым газом.

Есть два способа добыть электричество из твердооксидного элемента. Первый, основанный на трубчатой конструкции, разрабатывают опять-таки в Снежинске. Такой элемент состоит из множества модулей, каждый из них представляет собой несущую пробирку диаметром в десяток миллиметров, а длиной в четверть метра. Ее можно сделать из материала электролита — оксида цир-

кония, на который нанесены электроды: водородный, из никеля с оксидом циркония, и кислородный, из манганита лантана-стронция ( $\text{La}_{0,85}\text{Sr}_{0,15}\text{MnO}_3$ ). Пробирка заполнена пористым токосъемником, в котором проходит металлическая трубочка. По ней в элемент поступает синтез-газ и отводится электрический ток. Можно сделать пробирку и из материала катода. Тогда на ее внешнюю сторону наносят электролит толщиной в 20–30 мкм, и далее следует анодный слой. Подобная пробирка при плотности мощности 550 мВт/см<sup>2</sup> и 950°C способна выдавать напряжение 0,55 В и обеспечивать мощность 13 Вт, причем эти характеристики не меняются за те полтысячи часов испытаний, на которые ученые хватило финансирования.

Альтернативная идея — плоский топливный элемент. В этом случае несущей основой служит либо полумиллиметровая пластинка из того же электролита, на которую нанесены микронные слои пористых катода и анода из упомянутых выше материалов, либо несущей оказывается анодная пластинка толщиной в миллиметр со слоями электролита и катода. Такие пластинки диаметром до 60 мм из никеля/оксида циркония с контролируемой пористостью и проводимостью умеют делать, например в обнинском ФЭИ им. А.И.Лейпунского. «Планарная конструкция более технологична и компактна, чем трубчатая, — говорит один из авторов исследования Н.И.Храмушин. — Используя ее, можно достичь более высокой плотности электрической мощности на единицу поверхности и существенно уменьшить потери электричества и тепла. Так, нам удалось получить наибольшую плотность мощности в 700 мВт/см<sup>2</sup> при 950°C. В результате энергетические установки на таких элементах будут стоить дешевле трубчатых — при массовом производстве стоимость одного киловатта установочной

мощности может снизиться до 400 долларов. Хотя нельзя отрицать, что успехи в деле создания трубчатых элементов несомненны».

Главная проблема у твердооксидных элементов — значительные потери в элементах токосъема и при коммутации элементов в батарее. Все-таки работать приходится при высокой температуре, а сопротивление проводников с ее ростом быстро увеличивается. Сильно мешает и выделение углерода на электродах, да и сами электроды оказываются не очень стабильными. Кроме того, как утверждают ученые из екатеринбургского Института высокотемпературной электрохимии, сейчас нет коммерчески доступной технологии нанесения тонких пленок на пористые подложки.

Жидким электролитом при высокой температуре служит расплав карбонатов лития-натрия с добавками бария и калия. В таком элементе возникают все те же проблемы, что и у щелочного или кислотного: электроды корродируют, жидкость норовит вытечь и испариться. Значит, при изготовлении неизбежны трудоемкие операции пайки, а во время эксплуатации — заливки нового электролита. В то же время расчеты показывают: если все сделать хорошо, то ресурс элемента может составить 20 тысяч часов, а плотность мощности — 150 мВт/см<sup>2</sup> при температуре 600–850°C. Типичный элемент на расплаве карбонатов составлен из плоских ячеек, однако ученые из ВНИИЭФа предлагают сделать конструкцию с трубчатыми электродами. По их мнению, сам по себе такой подход решит большую часть материаловедческих задач, которые сдерживают широкое внедрение таких элементов. В частности, удастся существенно упростить конструкцию, обеспечить легкую герметизацию и долив электролита. В результате останутся только решить задачи, связанные со стабильностью пористой структуры элек-

тродов во время работы элемента. «Мы готовы в короткие сроки создать коммерчески пригодный трубчатый элемент мощностью в несколько киловатт», — утверждает А.В.Анисин из ВНИИЭФ.

## 6

«У нас есть небывалая возможность, — говорит В.К.Емельянов, координатор целевой инициативы МНТЦ по топливным элементам. — Не исключено, что Россия будет первой страной, которая коммерциализует топливные элементы. Причина в наших огромных пространствах и мощной газовой промышленности. Гигантские трубопроводы идут через безлюдные просторы Сибири, где нет централизованного энергоснабжения. А ведь чуть ли не на каждом километре газопровода должна стоять небольшая электростанция, которая питает контрольные приборы и, что важнее, размагничивает газопровод, чтобы по нему не тек ток, вызванный полем Земли. В противном случае труба быстро гниет — идет электрохимическая коррозия. Сейчас там стоят дизельные станции. Им нужно подвозить топливо, а выхлоп и шум наносят вред окружающей среде. Бесшумный топливный элемент с чистым выхлопом, который к тому же работает от прокачиваемого по трубе газа, — идеальная замена. Расчет показывает, что даже при цене в несколько тысяч долларов за киловатт установочной мощности такой электрогенератор оказывается конкурентоспособным. Мы решили, продолжая работу, которую МНТЦ ведет с начала 90-х годов, разработать основные узлы такой установки, в частности процессор, превращающий природный газ в водород. А на сам топливный элемент, скорее всего, объявим тендер. Так можно быстрее выйти на создание коммерчески пригодной энергетической установки».

## Снежинский прорыв

10 декабря 2003 года в снежинском ВНИИТФ им. академика Е.И.Забабахина успешно прошли испытания установки на твердооксидном электролите. Главная ее особенность в том, что водород получается из природного газа, а кислород — из воздуха. Это первая установка такого рода, все узлы которой — нагнетатель воздуха, риформер и топливный элемент — сделаны в России на предприятиях Минатома. Так успешно завершились почти десятилетние усилия ученых Минатома по созданию топливного элемента на твердом оксиде. Участни-



ки испытаний неоднократно отмечали, что этот результат стал возможен благодаря МНТЦ: он оказал финансовую поддержку проектов, которые позволили решить ключевые технические проблемы.

«Пока что ученые сделали лабораторную установку.

Так выглядит первая отечественная установка с твердооксидным элементом

Она проработала несколько дней, после чего ее выключили, — говорит Виктор Емельянов, координатор целевой инициативы МНТЦ по созданию топливных элементов. — Однако главная цель достигнута — теперь ясно, конструкцию каких узлов и как следу-

ет изменить. Что же касается ресурса, то предварительные эксперименты на отдельных топливных ячейках показали: он будет очень неплохим — 50 тысяч часов. Про цену сейчас говорить рано, однако есть надежда, что она окажется вполне приемлемой. Без преувеличений можно сказать, что это событие по своему значению сходно со сборкой первого автомобиля. Мощность экспериментальной установки — 1кВт. Это дает нам уверенность, что стоящая перед участниками проекта МНТЦ задача, — создать установку мощностью 2,5 кВт, будет успешно решена».

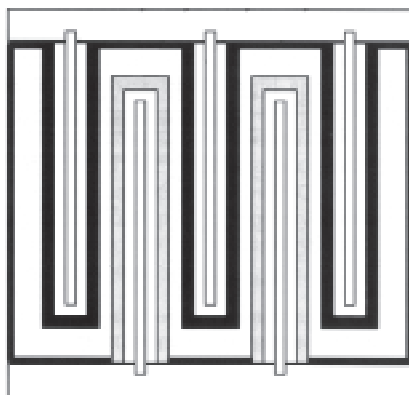




Твердооксидная  
пробирка



Схема карбонатного  
элемента. Согласно идее  
авторов, круглый катод  
в нем будет окружен кольцом  
из круглых же анодов



## ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИРОДА

«До сих пор считалось, что для таких установок лучше подходят высокотемпературные элементы. Но я почти уверен, что победит твердополимерный, — вторит ему В.Н.Фатеев. — В серийном устройстве должен стоять надежный, проверенный элемент, а именно полимерные элементы хорошо опробованы. Конечно, у них КПД поменьше, но какой смысл говорить о нем? Разница между 55 и 70% выглядит совсем небольшой после того, как выясняется, что один киловатт мощности стоит три–пять тысяч долларов. И ведь через год непрерывной работы элемент надо будет менять — никто не гарантирует ресурс более десяти тысяч часов».

Правда, у отдельных элементов бывает и хороший ресурс. Так, небольшие сборки порой работают по 30–40 тысяч часов, а единичные ячейки и вообще 50 тысяч. Поэтому шанс дотянуть ресурс до нескольких лет имеется. Три года — уже вполне хватает для автомобиля. Если налажена утилизация элементов, то этот срок подойдет и для стационарных установок.

С ценой же проблема серьезнее. Сами по себе материалы стоят не так уж дорого, а вот технологии производства и необходимое оборудование сильно увеличивают затраты. Ту же

платину, углерод и фторопласт для токосъемников и электрокатализаторов нужно делать в виде наночастиц с узким распределением по размерам. Весьма сложно получается и мембрана. Фторопласт для нее нельзя использовать напрямую. Нужно вначале его деструктурировать, получить фтор и синтезировать по новой. Значит, затраты на исходный полимер пошли впустую. Присутствие чистого фтора требует дорогого оборудования. «По-хорошему нужно бы восстановить производство мембран на основе фторопластов, которое было в СССР, — считает В.Н.Фатеев. — Тогда в одном месте делали мономер, в другом полимер, в третьем мембрану. Часть производства оказалась на Украине, и там оно было полностью разрушено. Однако все технологии у нас есть. К сожалению, так, как принято сейчас — сегодня вложили рубль, а завтра вернули два, — не получится. Конечно, при большом производстве возможно достичь коммерчески приемлемой стоимости элемента в 100 долларов за киловатт. Но это дело небыстрое. Даже если, как утверждают оптимисты, коммерциализация наступит в 2010 году, она будет искусственной. Скажем, примут закон о том, что половина автомобилей должны

иметь нулевой выброс по токсичности. Это возможно только с использованием топливного элемента. А дальше тот, кто купит такую машину, получит дотацию, или льготный кредит, или что-то еще. Вот, например, фосфорноокислые элементы. Они уже устарели морально: работают при промежуточной температуре, поэтому их и греть долго, и природный газ конвертировать сложнее. Американская компания, которая ими торгует, имела субсидии от государства, поскольку в эти элементы были вложены большие государственные деньги. Элементы продавали по заниженной цене, и теперь на них работает несколько мегаваттных электростанций. И эти люди отнюдь не ушли с рынка после появления более совершенных устройств — есть реклама, уже проданный товар нужно ремонтировать, тот, кто купил один элемент, захочет купить другой. Это может служить хорошим примером того, как при доброй воле государства можно организовать рынок даже дорогой, но нужной продукции».



## ПРАКТИКА

### Сахарный элемент

Чистый водород хранить сложно, метан в жидком виде — просто опасно. Чем же предполагается питать топливный элемент для компьютера? Базовая идея — ампулы с метанолом. При небольшом нагреве на катализаторе этот простейший спирт превращается в углекислый газ и водород. К сожалению, метанол не только ядовит, но и летуч; в выхлопе такого элемента он всегда будет присутствовать. Да и хранить дома ядовитые ампулы как-то не хочется. Однако следующий спирт, этанол, уже содержит

в своей молекуле цепочку из двух атомов углерода и для топливного элемента не годится — связь атомов углерода между собой разорвать значительно труднее, чем углерод-водородную.

А что, если воспользоваться анаэробными бактериями, подумали ученые из лаборатории экологии и технологии микробов Гентского университета в Бельгии («AlphaGalileo», 14 ноября 2003)? Они же получают энергию в конечном счете именно за счет того, что отщепляют электроны от атома водорода, а потом окисляют его тем или иным способом. Значит,

возникает такая схема: отобрать у бактерии электрон, направить его в сеть, а ион водорода через электролит переслать на кислородный электрод и там окислить. В результате, должна возникнуть разность потенциалов в 1,15 В, однако до сих пор выйти на это значение никому не удавалось. Вот бельгийцы и решили оптимизировать микробное сообщество. Они много раз пересаживали колонии бактерий из одного топливного элемента в другой, отбирая лучшие экземпляры и в конце концов сумели добиться мощности в 450 мВт/см<sup>2</sup>. Это всего в два раза

меньше, чем у твердооксидных элементов.

Топливом в таком элементе служит питание для бактерий, а именно раствор глюкозы. Сейчас бельгийские биологи изучают поведение своих бактерий при разных скоростях подачи питательного сиропа. И если их опыты окажутся удачными, то есть, скажем, за год работы бактерии в батарейке персонального компьютера или сотового телефона не вымрут и не вырождаются, то скоро в каком-нибудь баре можно будет услышать фразу: «Чашечку кофе мне и кусочек сахара для моего компьютера».

# Огненные технологии, или СВС

Доктор химических наук

**М.В. Кузнецов,**

Доктор физико-математических наук

**Ю.Г. Морозов**

*Горение — это процесс, которому нет равных по значимости и разнообразию применений в жизни людей.*

*Но за тысячелетия использования огня никому, наверное, в голову не приходило, что его начнут применять для синтеза новых материалов.*

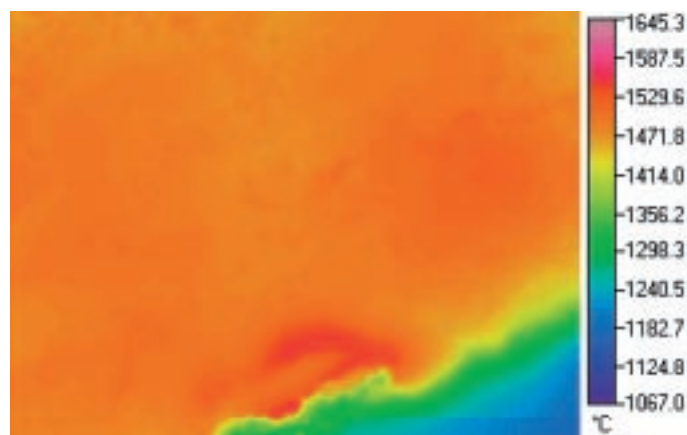
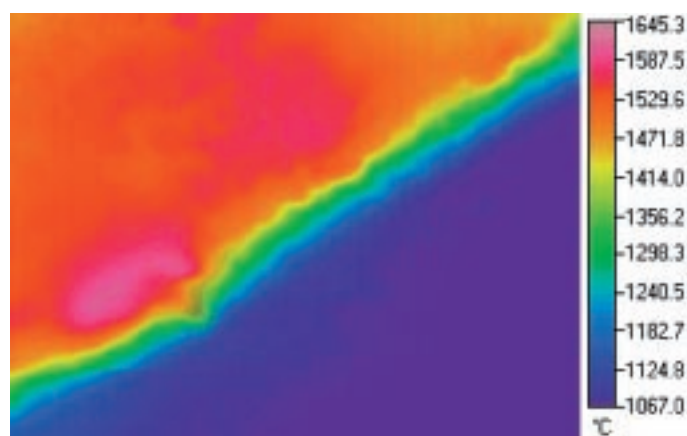
Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) открыли в 1967 году А.Г.Мержанов, И.П.Боровинская и В.М.Шкиро. Суть СВС очень проста: в смеси порошков разных химических веществ точно инициируют реакцию синтеза. При протекании реакции выделяется тепло, которое нагревает соседние более холодные слои вещества и также возбуждает в них реакцию. Получается самораспространяющийся процесс: химическая реакция протекает в узкой зоне (фронте), перемещающейся по веществу с определенной скоростью. Для таких процессов нужны очень высокие температуры, близкие к температурам плавления веществ, участвующих в реакции. Но огромное преимущество состоит в том, что эта высокая температура создается в самой системе. Реакции СВС сопровождаются ярким свечением. Такой процесс ученые считают разновидностью горения и изучают в рамках теории горения, а продукты реакций исследуют материалovedы. Следовательно, эта современная область находится, как и многие другие, на стыке наук — химической физики и материаловедения.

Схематично реакцию СВС можно представить так:  
горючее + окислитель = продукт реакции + тепловой эффект.

Горючее — это, например, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, W и др., окислитель — C, B, Si, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, S, Se и др., продукты реакции — карбиды, бориды, силициды, нитриды и другие соединения.

Большинство осуществленных СВС-реакций предполагает исходную пару металл-неметалл (например, Zr + C = ZrC), однако известны такие реакции и в системах из двух металлов (Ni + Al = NiAl) или неметаллов (3Si+2N<sub>2</sub> = Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>). За время изучения реакций СВС выяснилось, что они могут идти не только на смесях порошков, горящих в инертной среде, но и с участием газов: H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>.

То, как пойдет реакция самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, определяется в первую очередь химическим составом смеси. Температура горения может меняться от 800 до 4000°C, а линейная скорость — от нескольких сотых до нескольких сот сантиметров в секунду. Итак, инициированная в одном месте реакция провоцирует волновой режим, при котором химическое превращение сосредоточено в зоне, перемещающейся по смеси порошков. За долю секунды температура повышается до 2000–3000°C, и в проходящей по материалу волне горения получают химически чистые и однородные продукты.



**1** Набор спектров (через каждые ~ 0,3 с), полученных в процессе СВС  $La_{0,6}Ca_{0,4}MnO_3$ . Максимальная температура и скорость процесса в данном случае —  $T_{\max} = 1650^\circ\text{C}$  и  $U_{\text{гор}} = 3,52 \text{ мм/с}^{-1}$



*Самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) — это новая эффективная технология. У нее много привлекательных черт. Это и высокая технологическая производительность, и использование химической энергии реагентов (вместо более дорогой электроэнергии), и значительное упрощение высокотемпературного оборудования, и возможность решить разнообразные технологические задачи. В некоторых случаях методом СВС одновременно получают и материал, и изделие из него.*



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Сейчас с помощью реакции СВС синтезированы уже сотни соединений. Это карбиды, бориды, силициды, нитриды, гидриды, сульфиды и многие другие соединения. Именно таким способом изготавливают полезные керамики, в том числе сверхпроводящие. Это практически безотходный химический синтез, с помощью которого получают жаростойкие и жаропрочные, сверхтвердые и износостойкие, сверхпроводящие, ферромагнитные, изоляционные и полупроводниковые материалы, способные работать в экстремальных условиях. За последние годы СВС-процессы перешли уже на стадию опытно-технологических и промышленных работ. Нормально работают установки с примерной производительностью 50—100 кг/сут, получены тысячи тонн СВС-продуктов. Наиболее распространённые из них — TiC, TiN, TiC-TiN, TiB<sub>2</sub>, ZrC, ZrB<sub>2</sub>, ZrH<sub>2</sub>, MoSi<sub>2</sub>, MoS<sub>2</sub>, WSe<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, BN, AlN, TaN, TiH<sub>2</sub>, TiB<sub>2</sub>-CrB<sub>2</sub>. Области применения таких веществ довольно разнообразны — это алмазно-абразивный инструмент, твердые сплавы, наплавочные материалы, высокотемпературные нагреватели, испарительные элементы, смазочно-охлаждающие жидкости, твердые смазки, жаростойкие покрытия, конденсированные источники водорода и многие другие.

Не надо забывать, что горение хорошо лишь в том случае, когда оно «ручное», то есть управляемое. А управлять им можно, лишь детально исследовав процессы горения и образования продуктов синтеза. В данном случае это задача довольно сложная. Поэтому, несмотря на то что методы экспериментальных исследований процессов горения развивались достаточно успешно и даже иногда опережали теорию, экспериментальных данных всегда не хватало.

Один из важнейших параметров реакций СВС — температура пламени при горении. Ее измерить непросто, так как приходится искать оптимальные решения, учитывая множество факторов. Метод измерения выбирают в зависимости от области измене-

ния температуры, динамики процесса, чувствительности и необходимой точности. В огненных технологиях ученые используют контактный и бесконтактный способ. Контактный — это, например, термоэлектрический метод, когда термопару помещают прямо в исследуемую среду. А бесконтактный — это оптический (яркостной, цветовой, обращения спектральных линий и др.), фотографический (теневой, интерференционный, голографический), спектральный и другие. В реакциях самораспространяющегося высокотемпературного синтеза важны и другие параметры: линейные скорости горения, температурные профили, потеря устойчивости фронтом, тепловые эффекты и степень превращения, состав продуктов.

Самые наглядные способы исследования горения — фотокинематографические: фотографирование, кино съемка, голография.

С их помощью можно получить данные о стадиях и механизме распространения волны и ее тепловой структуре. Реакцию снимают скоростными

камерами со специально подобранными спектральными поляризационными фильтрами, обрабатывают запись и получают отдельные фрагменты и события, происходящие в волне СВС.

Принципиально новый метод наблюдения за огненными технологиями — оптико-пирометрический, когда весь процесс непрерывно снимается инфракрасной камерой и расшифровывается с помощью специального программного обеспечения (рис. 1,2). С помощью этого метода можно регистрировать значения температуры в любой точке поверхности, максимальную температуру процесса, скорость распространения волны горения, а также динамику нагрева и остывания.

Пока наиболее полная информация получена для систем на базе манганита лантана (LaMnO<sub>3</sub>). По результатам измерений ученые могут проследить поведение волны горения и образование продуктов горения в любой момент времени. Специалисты по физике и химии горения постоянно спорят о том, что такое фронт горения и каковы его размеры. Оп-

### Примеры СВС-реакций и характеристики химических продуктов

Реакция (P <sub>ар</sub> – 1 ат)	T <sub>пл</sub> , К	T <sub>ад</sub> , К (расчет)	T, К (эксп.)
Nb + C – NbC	3750	2800	2650
2Ta+C – Ta <sub>2</sub> C	3770	2600	2250
Ti + 2B – TiB <sub>2</sub>	3190	3190	3190
Mo + B – MoB	2820	2100	2100
Ni + Al – NiAl	1910	1910	1910
Co+ Al – CoAl	1900	1900	1880
Ti + Si – TiSi	2190	2000	1850
Mo + 2Si – MoSi <sub>2</sub>	2360	1900	1920

2

*Экспериментальная установка на базе инфракрасной камеры и программного обеспечения фирмы MIKRON (США) для исследования процессов горения*



тико-пирометрическое измерение дает простой и наглядный ответ на этот вопрос: толщина фронта горения при синтезе манганитов лантана находится в пределах 0,1–0,4 мм. Надо сказать, что с помощью такой ИК-спектроскопии можно исследовать не только оксидные системы, но и любые неорганические материалы, которые получают с помощью СВС.

СВС — это наукоемкая технология. Все больше химических производств с использованием СВС появляется у нас в стране и за рубежом. Сейчас в этой области работают специалисты из смежных направлений: химической физики, материаловедения, порошковой металлургии, аналитической химии. Но быстрое накопление новых научных и практических данных уже требует специального образования в этой области. Общеизвестный мировой лидер в области СВС — Институт структурной макрокинетики (ИСМАН) в Черноголовке. В МИСиС более 10 лет назад был организован Научно-учебный центр СВС—МИСиС—ИСМАН. На базе этих двух институтов существует опытное производство, откуда вышло много новых материалов и изделий с хорошими эксплуатационными свойствами. Например, композитные порошки титан-хромового карбида с никелем используют в авиационной промышленности для защиты вентиляторных лопаток турбин от высокотемпературной коррозии и износа. Многообещающим кажется использование в медицине имплантантов из никелида титана.

*Авторы благодарят за финансовую поддержку Программу грантов Президента РФ*



## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

### СВС-материалы для радиационной защиты

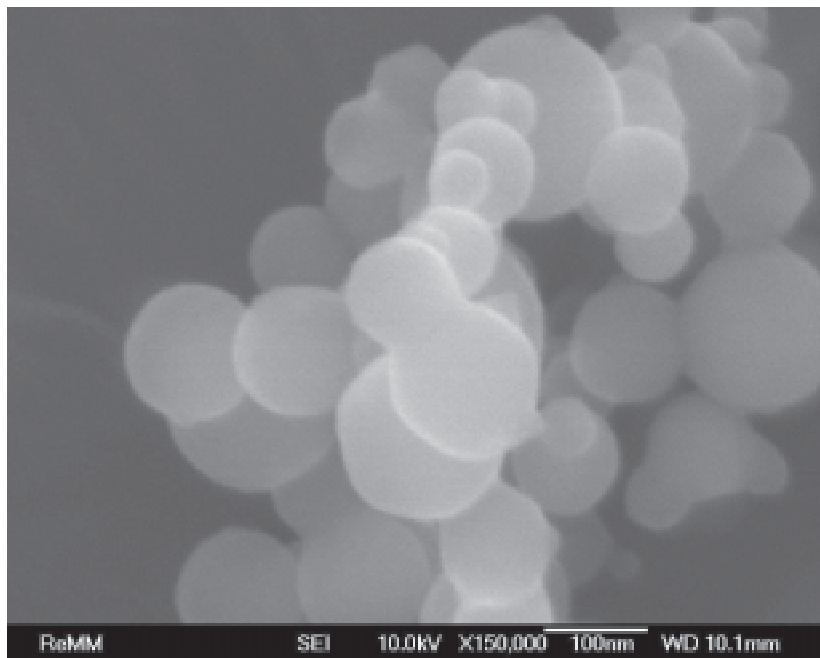
*Ученые Томского политехнического университета методом СВС сделали двухслойный материал на основе соединений борид вольфрама — карбид бора.*

Для защиты от мощных потоков ионизирующих излучений на ядерных энергетических установках традиционно применяют многослойные материалы. Технологии, по которым обычно получают защитные материалы, требуют больших материальных и энергетических затрат. Поскольку аппаратура для самораспространяющегося высокотемпературного синтеза проста и больших энергозатрат не требуется, ученые

решили воспользоваться этим методом.

Сначала исходные реагенты послонно спрессовали в цилиндрические образцы. Затем исследователи инициировали реакцию СВС. После остывания в их руках оказался двухслойный материал, один слой которого состоял из борид вольфрама, а другой из карбида бора.

Полученные образцы ученые испытали в качестве защитных экранов от потока нейтронов стандартного Pu-Be источника. Оказалось, что новый материал дает явный выигрыш по сравнению с графитом или карбидом бора: его слой толщиной в 6,5 см уменьшал поток нейтронов в 1,2 раза. Для достижения того же эффекта нужно около 20 см графита или 9 см карбида бора.



Частицы электровзрывного алюминия

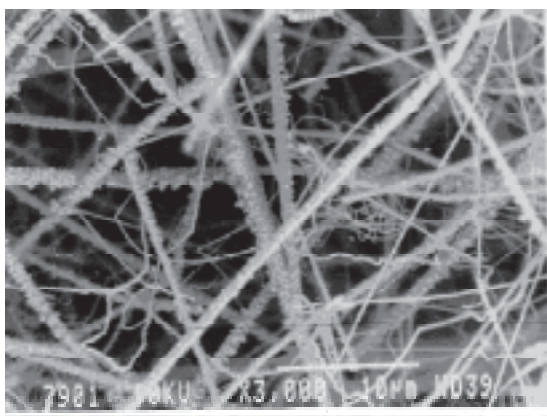
# Частицы затвердевшего пламени

Округлые частицы при нагреве редко порождают иглы, чаще случается наоборот. Однако при правильном подборе материала и режима этого можно добиться.

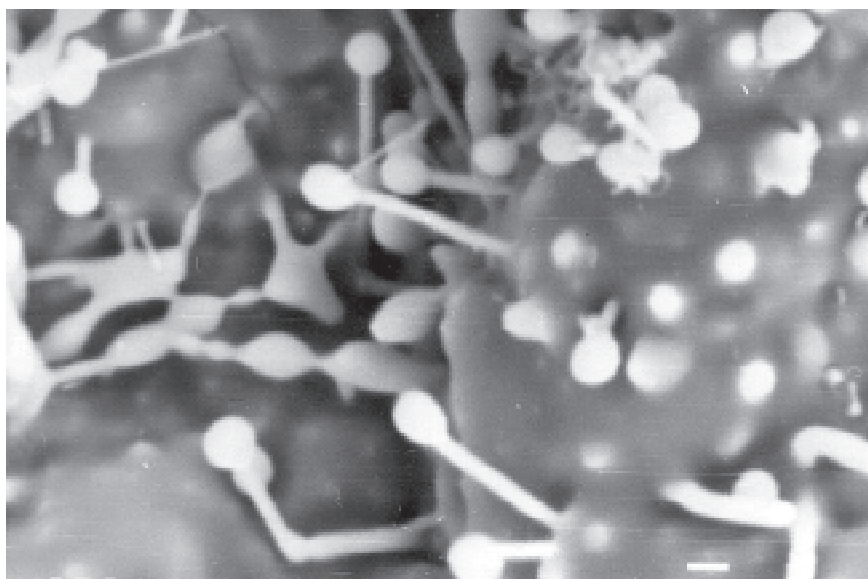
Есть такое вещество — сверхтонкий порошок металла. В НИИ высоких напряжений при Томском политехническом университете его получают следующим способом: по тонкой проволочке пропускают электрический ток огромной силы и она взрывается из-за того, что не успевает рассеивать полученную энергию. При взрыве образуются частицы диаметром от десятка до двух сотен нанометров, а площадь поверхности в одном грамме порошка достигает порой сорока квадратных метров. Такой порошок обладает огромной избыточной энергией. Например, если сделать его из алюминиевой проволоки, то он будет гореть на воздухе уже при нагреве до трехсот градусов и активно взаимодействовать при этом почти с любым веществом.

Горит электровзрывной алюминий в две стадии: подожженная чучка порошка сначала краснеет, а затем внезапно раскаляется до белого свечения. Этому соответствуют две разные реакции. Сначала образуется оксид алюминия, который затем начинает взаимодействовать с оставшимися частицами самого металла и с азотом воздуха, связывая его в оксинитрид алюминия. Поскольку температура второй стадии реакции превышает 2000°C, то вещества плавятся, испаряются, а когда смесь остывает — конденсируются. Вот так в результате горения округлая частица и становится иглой.

А что с ней будет дальше? Материал, богатый нитридом алюминия, сам по себе — ценное сырье. Его вводят в состав специальных видов керамики, например для микроэлектроники и космической техники; нитридная же частица в форме иглы — отличный компонент любого керамического материала. Дело в том, что такие длинные и твердые образования мешают распространению трещин. В общем, добавка игл повышает сопротивление



*Иголки оксинитрида алюминия, то есть такого вещества, в котором перемешаны молекулы оксида и нитрида. Мелкая пыль, которая прилипла к иголкам, это, скорее всего, то же самое вещество — нитрид алюминия или оксинитрид, может быть также и его оксид. Пока это еще точно не выяснено, но, когда реакция идет в газовой фазе, вновь образованные частицы могут не только наращиваться как усы, но и просто прилипнуть к усу*



*Частицы силиката со впавленными иголками. Так выглядят под микроскопом готовый материал большой пористости для фильтров и частицы порошка-прекурсора, прошедшие необходимую обработку для изготовления керамики*



#### ФОТОИНФОРМАЦИЯ

вибрации и удару, а ведь хрупкость — самое больное место керамики.

Однако чтобы поместить иглы в керамический материал, приходится идти на хитрости. Если просто перемешать этот игольчатый оксинитрид с другим минералом, то отдельные фазы распределятся неравномерно, а значит, качество материала будет низким. Да и иголки при спекании керамики могут испортиться. А вот если смешать порошок металлического алюминия с минералом, например силикатным, который послужит основой керамического материала, а потом поджечь, то при удачном соотношении компонентов получится структура из силикатных кристаллических и стеклообразных частиц, тесно примыкающих к иглам оксида и нитрида алюминия. Если частицы минерала крупные, то иглы буквально торчат из них.

Пока мы только начали изучать электровзрывные металлы как один из компонентов керамических композиций.

Но уже сейчас видно, что с их применением открываются новые широкие возможности конструирования разнообразных по свойствам и применению керамических и композиционных материалов, которые образуются в результате горения. Это могут быть мелкопористые безусадочные фильтрующие материалы для очистки воды и масел, огнеупорные и термостойкие керамики для разнообразных нагреваемых устройств, абразивные материалы для шлифования и полировки и даже наполнители полимеров (например, линолеума). Иголки оксинитрида алюминия не позволяют полимерному материалу уменьшиться в размерах, то есть дать усадку, и предохраняют от преждевременного истирания.

Кандидат химических наук

**Т.А.Хабас,**

Томский политехнический университет

#### Справка

В 1896 году, 29 апреля (или 11 мая по юлианскому календарю), царь Николай II подписал указ об открытии Томского технологического института (ныне Томский политехнический университет). Это был первый и единственный тогда технический вуз на территории от Урала до Тихого океана. 9 октября 1900 года первые студенты приступили к занятиям. Сначала институт состоял из двух отделений: механического и химического. В последующие два года были открыты еще два: горное и инженерно-строительное.

Значение института для развития Сибири трудно переоценить. Его выпускники проектировали, строили и обслуживали почти все промышленные предприятия к востоку от Урала.

ТПУ сегодня — это: 9 факультетов, 4 института, 4 НИИ, 22 тысячи студентов, 1200 преподавателей. Подготовка специалистов ведется по 116 программам профессионального высшего образования и по 67 направлениям послевузовской подготовки (аспирантура и докторантура). Университет имеет 18 учебных корпусов и 13 общежитий. Томский политехнический — первый в России вуз, получивший сертификат GATE (Всемирного совета по транснациональному образованию, США), а сейчас его документы рассматривают такие известные в мире эксперты, как Аккредитационный совет по технике и технологиям в США и Ак-кредитационный центр Открытого университета в Великобритании. Признание мирового научно-образовательного сообщества — это лучшая гарантия профессиональной востребованности для выпускников ТПУ.

Один из старейших факультетов университета — химико-технологический, в его создании участвовал Д.И.Менделеев. Факультет гордится учеными, которые работали в его стенах, такими, как Н.П.Чижевский, Н.М.Кижнер, Л.П.Кулев, С.В.Лебедев, И.В.Геблер, И.Ф.Пономарев, П.Г.Усов. В 2003 году исполнился 101 год со дня образования одной из кафедр факультета — кафедры технологии силикатов. Ее сотрудники и руководители, в особенности профессора И.Ф.Пономарев и П.Г.Усов, на протяжении всей жизни курировали силикатное (стекольное, керамическое, цементное) производство Сибири и Дальнего Востока. И сейчас большое место в жизни сотрудников кафедры занимает поиск новых методов и оригинальных, активных компонентов для синтеза тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.



# Горошины в стручке,

## или Фуллерены и нанотрубки — в одном флаконе

Доктор химических наук  
**А.Л.Ивановский**

### Горошины и стручки

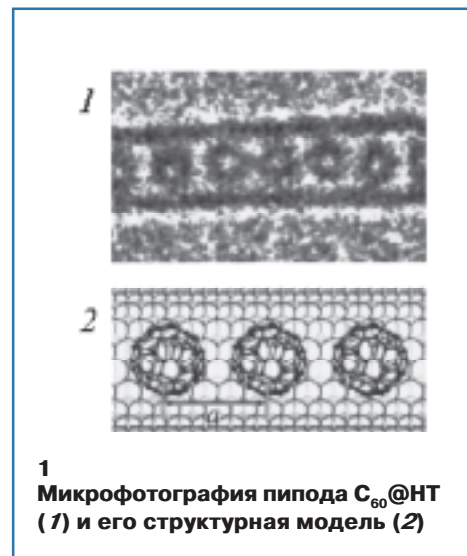
Не успел ученый мир прийти в себя после открытия в 1985 году новой формы углерода — фуллеренов, как в 1991-м открыли нанотрубки. Весь научный цикл повторился снова — все принялись исследовать эти необычные объекты — число публикаций начало расти в геометрической прогрессии, ученые предлагали все новые применения этим замечательным углеродным наноструктурам. Прошел всего десяток лет, и фуллерены и нанотрубки перестали быть химической экзотикой. Из уникальных объектов загадочного наномира эти структуры превратились во вполне привычные предметы научных исследований, которые находят свое практическое применение и становятся коммерческими продуктами.

Фуллерены и нанотрубки — это обширные классы интереснейших наноструктур. Например, среди фуллеренов известно множество частиц и изомеров от малых ( $C_{20}$ ,  $C_{28}$ ) до гигантских ( $C_{240}$ ,  $C_{1840}$ ) с совершенно различными свойствами. Получены многооболочечные фуллерены (углеродные «луковицы»), состоящие из нескольких вложенных друг в друга структур. Уже можно составить своего рода периодическую систему фуллереновых элементов, из которых формируются многие «фуллереновые вещества». Синтезированы фуллереновые полимеры, пленки, кристаллы (фуллериты), допированные кристаллы (фуллериды) как с собственными структурами, так и повторяющие строение обычных кристаллов. Например, фуллерен  $C_{28}$  имеет ту же валентность, что и атом угле-

рода, и образует устойчивый кристалл со структурой алмаза — гипералмаз. В последние годы обнаружено много молекул неорганических веществ (оксидов, дихалькогенидов металлов и прочих), по своей структуре подобных фуллеренам.

Другой большой класс наноструктур — углеродные и неорганические нанотрубки. Помимо множества разнообразных нанотрубок, существуют их ассоциаты — «жгуты», кристаллы и т. д. Из нанотрубок получают очень интересные материалы, например уникальной прочности нанобумагу: это плотные пленки из переплетенных, подобно растительным волокнам, жгутов нанотрубок. Недавно китайские специалисты научились прясть нанотрубки и получать таким образом углеродные нитки. Если вспомнить, что прочность нанотрубок в 50–100 раз больше, чем у стали, то становится понятно, что подобные ниточки человечеству весьма пригодятся. Найдены вполне реальные области применения нанотрубок — например, в плоских дисплеях (фирма «Motorola»), которые превосходят плазменные и жидкокристаллические аналоги, и в нановесах, позволяющих взвесить объекты массой около 20 фемто-грамм ( $1 \text{ фг} = 1 \cdot 10^{-15} \text{ г}$ ) — в частности, вирусы.

Химические и физические свойства фуллеренов и нанотрубок резко различаются, и эти наноструктуры обычно рассматривают как отдельные классы. Более того, если полученные нанотрубки загрязнены фуллеренами, от этой досадной примеси приходится избавляться. Для этого предусмотрены специальные методики очистки.



### Фуллерен + нанотрубка = пипод

Ученым предстояло удивиться еще раз. Оказалось, что фуллерены и нанотрубки могут реагировать не только с себе подобными, но и друг с другом, формируя новые уникальные симбиозные структуры — нанотрубки, внутри которых находятся фуллерены. Впервые такую структуру увидели с помощью высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии (ВПЭМ) в 1998 году. Это был материал, полученный при лазерном испарении графита с металлческими катализаторами. Позже ученые получили четкие изображения (рис. 1) и увидели, что где-то трубки заполнены фуллеренами регулярно, а в отдельных секциях видны скопления этих частиц (пары, тройки и т. д.) или вытянутые нанокapsулы длиной около 2 нм. Чтобы доказать, что фуллерены находятся именно в трубках, исследователи обрабатывали новые объекты смесью серной и соляной кислот, выщелачивали, а потом растворяли в толуоле. В спектрах растворов были четко видны свободные фуллерены, выделившиеся из внутренней полости трубок через дефекты стенок. В литературе новые наноструктуры стали называть углеродными пиподами (peapods — горошины в стручках), и обозначать, например,  $C_{60}@NT$  (фуллерен  $C_{60}$  внутри нанотрубок).

Итак — горошины в стручках, фуллерены в нанотрубках. Новый объект конечно же поставил перед учеными новые вопросы:

— как образуются углеродные пиподы? Все ли фуллерены и трубки могут образовывать такую симбиозную форму?

— какие свойства отличают пиподы от их исходных элементов — трубок и фуллеренов? Можно ли сделать из пиподов что-нибудь полезное?

— Пиподы — это уникальная структура для углерода или другие соединения тоже могут формировать стручки с горошинами? Если да, то какими свойствами должны обладать исходные неуглеродные фуллереновые молекулы и трубки — кандидаты для получения пиподов?

С момента открытия углеродных пиподов прошло чуть больше пяти лет, а их активное изучение началось только в 2000 году. Тем не менее ответы на многие вопросы уже получены, и сейчас мы знаем об этих структурах достаточно много.

## Разборчивость в наномире

Понятно, что наибольший научный и практический интерес привлекают те материалы, которые имеют постоянные и воспроизводимые характеристики. Пиподы, полученные в первых экспериментах, часто не удовлетворяли данному критерию. Это объяснимо, ведь фуллерены заполняли внутренние полости нанотрубок неплотно (всего на 5–10%), из-за чего получались случайные области скопления или разрежения горошин. Кроме того, в трубке могли оказаться разные частицы — от высших ( $C_n$ ,  $n > 60$ ) до низших фуллеренов ( $n < 60$ , вплоть до  $C_{36}$ ) в неконтролируемых соотношениях. Чтобы избежать этого, ученые разработали специальные методы синтеза пиподов, обеспечивающие практически полное заполнение трубок фуллеренами одного типа.

Оказалось, что диаметры трубок для синтеза пиподов с фуллеренами  $C_{60}$  не

могут быть любыми — они должны попасть в диапазон от 1,3 до 1,5 нм. Не больше и не меньше. Почему именно так, удалось понять с помощью методов квантовой химии. По расчетам, в пиподах оптимального диаметра ни трубка, ни фуллерены не испытывают структурных искажений, увеличивающих энергию и дестабилизирующих структуру (рис. 2, 3). Если уменьшать диаметр трубки, то при размещении в ней фуллеренов деформируются и трубка и фуллерены. Система становится неустойчивой, и пиподы не образуются. Это подтвердили и проведенные в 2001 году расчеты энергий образования пиподов. Оказалось, что реакция внедрения  $C_{60}$  в трубку с  $D \sim 1,35$  — экзотермическая, тогда как для трубок меньших размеров, начиная с  $D = 1,28$  нм, включение горошин в стручки — эндотермический процесс. Это и объясняет нижний «критический» диаметр трубок, образующих симбиозные структуры с  $C_{60}$  (диаметр фуллерена  $C_{60}$  равен 0,71 нм).

Трубки для пиподов не должны быть и очень большими. Дело в том, что для трубок с оптимальным диаметром 1,3–1,5 нм потенциальная кривая взаимодействия с  $C_{60}$  имеет единственный симметричный минимум, который приходится ровно на ось трубки, где и располагаются фуллерены. А для трубки с  $D = 2,04$  нм эта кривая имеет минимумы вблизи стенок трубки и максимум на оси. Следовательно, в трубках больших диаметров ( $D > 1,5$  нм) частицы сместятся с оси трубки и прилипнут к ее стенкам, что нарушит необходимую линейную периодичность в распределении фуллеренов.

Модель идеального пипода  $C_{60}@HT$  — это цепь фуллеренов  $[C_{60}]^n$ , расположенная по оси бесконечного цилиндра — углеродной трубки. Расстояние между центрами соседних фуллеренов составляет около 0,97 нм, а расстояние между фуллереном и стенкой трубки — 0,35 нм. Это так называемая щель Ван-дер-Ваальса третьего типа; первый тип образуется между стенками

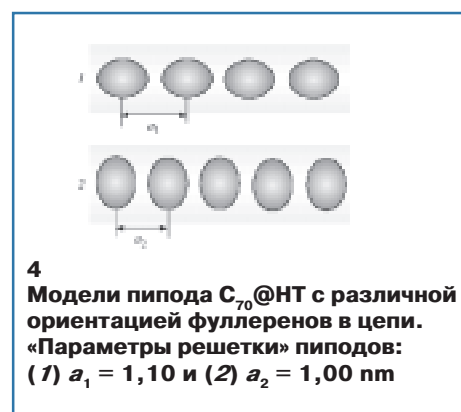
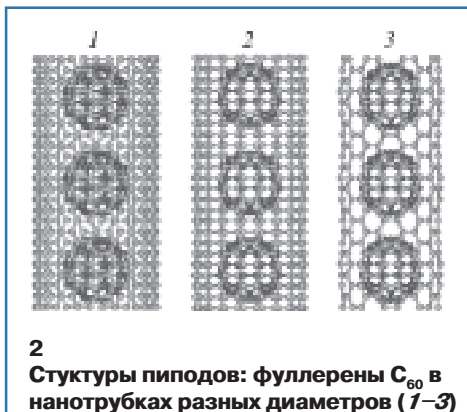


## ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

соседних коаксиальных цилиндров в многослойных трубках, а второй — между внешними стенками соседних нанотрубок в их жгутах.

Как известно, фуллерен  $C_{60}$  имеет сферическую форму, то есть горошины в нашем стручке действительно круглые. Если в трубки поместить высшие фуллерены ( $C_{70}$ ,  $C_{80}$  и другие), которые имеют другую форму, то получатся другие типы пиподов. Например, для  $C_{70}@HT$  ученые обнаружили два типа структур с периодами решетки 1,00 и 1,10 нм, которые различались взаимной ориентацией  $C_{70}$  (рис. 4). Наблюдается и смешанная ориентация фуллеренов — например, в пиподах  $C_{80}@HT$ . Ученые предполагают, что взаимное расположение несферических фуллеренов (то есть «период решетки» симбиозной структуры) можно контролировать с помощью диаметра углеродных трубок.

Пиподы необычны не только своей формой, но и свойствами. При нагревании с ними происходят чрезвычайно интересные превращения. Например, структура  $C_{60}@HT$  не меняется до 800°C, а если нагревать дальше, то соседние фуллерены слипаются и образуют димеры, тримеры, а затем превращаются в вытянутые нанокapsулы и трубчатые фрагменты цилиндрической формы. Когда температура достигает 1200°C, отдельные фуллерены  $C_{60}$  практически полностью исчезают, а пипод превращается в две углеродные трубки, вложенные одна в другую, — двухслойную трубку. При этом диаметр внутренней трубки, выращенной из фуллеренов, полностью



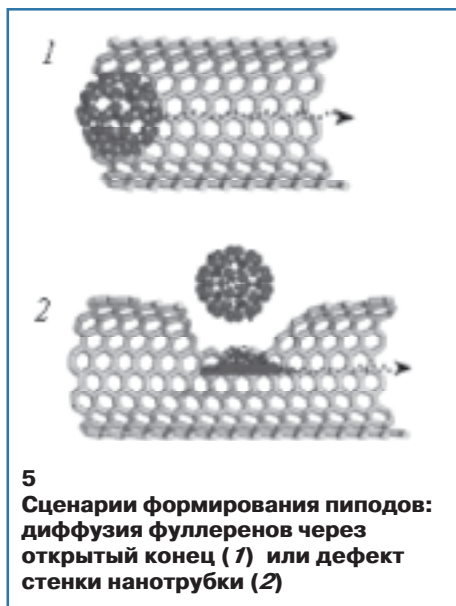
контролируется диаметром внешней.

Все эти чудеса могут происходить не только при отжиге пиподов, но и при их облучении лазером (фотополимеризация в трубке), под действием электронного пучка, в присутствии катализаторов (например, калия).

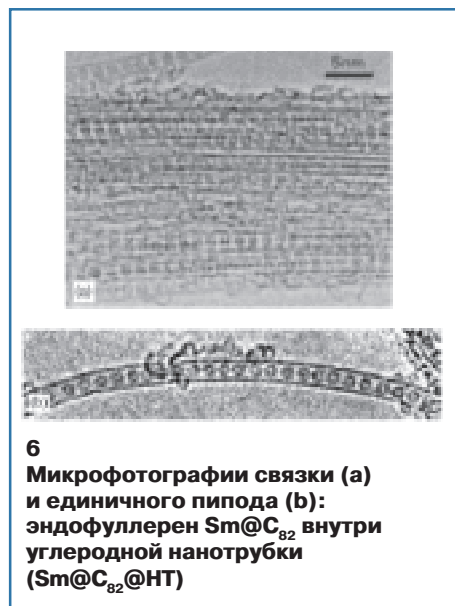
Очень важно, что превращения фуллеренов в пиподах могут происходить только внутри трубки (стручка), которая служит уникальным нанореактором. Вполне возможно, что исследование таких процессов — химия в нанотрубках, приведет еще к многим неожиданным открытиям. Например, почему бы таким способом не производить нанокабель — проводник внутри изолирующей оболочки. Такой оболочкой могли бы стать нанотрубки нитрида бора (BN), которые известны как хорошие изоляторы. Остается заполнить BN трубки углеродными фуллеренами (то есть синтезировать пиподы  $C_n@BN$ ) и отжигать их. В результате внутри изолирующей BN трубки вырастет вторая — углеродная, которая будет проводником.

Быстро развиваются эффективные и достаточно простые методы синтеза пиподов. Например, в качестве исходных реагентов берутся нанобумага из трубок с диаметрами 1,3–1,4 нм и фуллереновый порошок. Все перемешивают, смесь нагревают до 600°C, и остается лишь удалить избыточные фуллерены. В результате получается лист нанобумаги из пиподов с высокой степенью заполнения трубок фуллеренами.

Вот мы дошли и до любимого вопроса ученых: каков механизм образования? Сегодня обсуждаются несколько возможных сценариев. Например, предполагают, что пиподы формируются в несколько этапов. Сначала на частице металла-катализатора (например, никеля) растет пустая углеродная трубка, причем при определенных условиях внутри нее может образоваться вторичная трубка меньшего диаметра. В некоторый момент конец внутренней трубки защемляется и отделяется в виде фуллерена  $C_n$ . Поскольку фуллерены обладают остаточной термической энер-



**5** Сценарии формирования пиподов: диффузия фуллеренов через открытый конец (1) или дефект стенки нанотрубки (2)



**6** Микрофотографии связки (а) и единичного пипода (b): эндофуллерен  $Sm@C_{82}$  внутри углеродной нанотрубки ( $Sm@C_{82}@NT$ )

гией, то они продолжают двигаться внутри первичной трубки — как жидкость в капилляре, в конце концов заполняя ее, то есть образуя цепи  $C_n$  внутри трубки. Конечно, эта модель относится к частному случаю — росту пиподов в присутствии катализаторов.

Другие механизмы заполнения трубок предполагают, что фуллерены диффундируют внутрь через открытые концы трубок либо проникают через дефекты их стенок, а потом самоорганизуются в цепи  $[C_n]_\infty$  за счет сил Ван-дер-Ваальса (рис. 5). Расчеты показали, что диффузия по обоим сценариям возможна, так как не требует большой энергии активации, но более вероятно заполнение трубок через дефекты в стенках.

## Новое качество

Конечно, самое интересное — это свойства новых соединений. В первую очередь внимание ученых привлекли электронные свойства пиподов. Исследователи получили вольт-амперные зависимости для различных участков пипода  $C_{60}@NT$ , и оказалось, что эти системы — проводники, где носители распределены как по трубке, так и по цепи фуллеренов. Важно, что для симбиозной структуры (в отличие от чистых трубок) существует заметное изменение плотности электронов вдоль оси пипода, которая определяется периодичностью в расположении фуллеренов  $C_{60}$ .

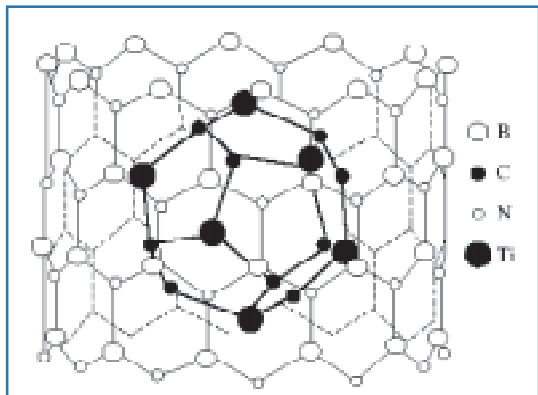
А что же произошло с прочностью? Как показали расчеты, пиподы менее прочны, нежели чистые трубки. Но это означает, что, вводя в трубки фулле-

рены, их можно сделать более гибкими.

Вскоре после открытия углеродных горошин в стручках оказалось, что поскольку набор чистых углеродных фуллеренов ограничен, то и возможностей увеличить семейство пиподов не так много. Возникла естественная идея: разнообразить их свойства, усложняя химический состав. Например, ввести в трубки вместо углеродных фуллеренов их так называемые эндоэдральные комплексы (металлофуллерены эндоэдрального типа, иначе — эндофуллерены). Это углеродные фуллерены, внутри которых помещен атом (атомы) металла —  $M@C_n$ . Впервые такие пиподы синтезировали в 2000 году с помощью газофазного синтеза. Для этого нагрели в стеклянной ампуле образцы, содержащие жгуты трубок, и эндофуллерены (атом гадолиния внутри фуллерена  $C_{82}$  —  $Gd@C_{82}$ ) в виде пара. Получились углеродные трубки с регулярными цепями эндофуллеренов  $Gd@C_{82}$  внутри (такой пипод записывают как  $Gd@C_{82}@NT$ ). Существуют и другие способы получения структур типа  $M@C_n@NT$ . Сейчас число симбиозных структур с эндофуллеренами стремительно растет (рис. 6).

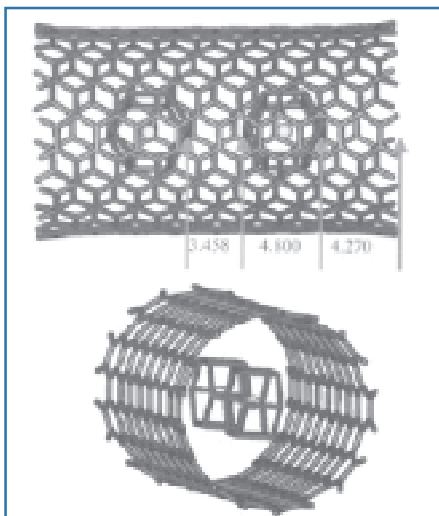
Ученые получили еще более экзотические структуры, содержащие эндофуллерены с димерами атомов металла внутри углеродной оболочки:  $La_2@C_{80}$ . «Стручки» предварительно обрабатывали кислотой (чтобы удалить концевые шапочки и создать дефекты в стенках трубок), а потом погружали в раствор  $La_2@C_{80}$  в толуоле и  $CS_2$ . Раствор выпарили и обнаружили отдельно кристаллиты эндофул-



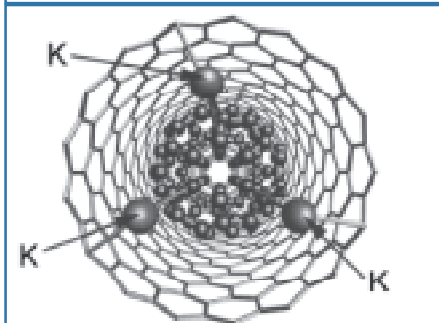


**7**  
**Модель «смешанного» пипода**  
**(меткар в бор-азотной нанотрубке):**  
 $Ti_8C_{12}@BN-NT$

**ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ**



**8**  
**Модель «смешанного» пипода:**  
**димер эндокластеров  $W@Si_{12}$**   
**в нанотрубке**



**9**  
**Модель пипода  $C_{60}@NT$ ,**  
**допированного калием:  $K_3C_{60}@NT$**

леренов и чистые трубки. Затем смесь поэтапно отжигали (при 400–600°C) — только после этого  $La_2@C_{80}$  внедрились в трубки и сформировали регулярные цепи с плотной упаковкой. Атомные пары La-La внутри  $C_{80}$  для соседних частиц  $La_2@C_{80}$  в составе  $La_2@C_{80}@NT$  имеют различную взаимную ориентацию, которую можно менять.

Исследования свойств пиподов типа  $M@C_n@NT$  начали совсем недавно, но уже есть кое-что интересное. Например, для  $Dy@C_{82}@NT$  обнаружен эффект температурного  $p-n$  перехода. При комнатной температуре

$Dy@C_{82}@NT$  — полупроводник, с понижением температуры он становится металлом. Этот факт привлек большое внимание и стал предметом специальных исследований (на примере  $Gd@C_{82}@NT$ ). Дело в том, что ученые активно ищут материалы, которые могли бы заменить кремний в производстве сверхминиатюрных электронных изделий (диодов, транзисторов, элементов памяти и др.).

Пристальный интерес к пиподам связан также с тем, что они — идеальная модель квазиодномерных кристаллов, на которой можно изучать многие фундаментальные вопросы физикохимии конденсированного состояния вещества. Вдобавок состав пиподов можно изменять (общая формула  $(M_l@C_n)_m@NT$ , где  $l, n, m$  — переменные величины) и получать смешанные системы с несколькими типами различных металлофуллеренов.

Одновременно с изучением уже синтезированных пиподов ученые предложили (пока теоретически) набор новых горошин в стручках на основе неуглеродных нанотрубок и (или) с использованием в качестве горошин различных неорганических фуллереноподобных молекул (рис.7,8). Так, расчеты цепей  $C_{60}$  в бор-азотных трубках показали, что реакция образования таких структур — экзотермическая, а фуллерены в BN трубке будут подвижны. Собственно пиподы  $C_{60}@BN-NT$  — полупроводники, но ввод дополнительных электронов может перевести систему в проводящее и даже сверхпроводящее состояние. Целый класс пока еще не синтезированных пиподов — трубки малых диаметров, в которые включены маленькие фуллерены  $C_{20}$  и  $C_{28}$ . Особенности электронного строения этих частиц (например, ненасыщенные внешние связи) могут стать причиной их спонтанной полимеризации и образования внутри трубки множества новых наноформ на основе  $C_{20}$  и  $C_{28}$  — димеров, тримеров, различных нанокапсул и т.п.

Известно, что ввести в углеродные нанотрубки чистые атомы  $d$ -металлов IV–VI групп пока не удалось. Дело в том, что атомы щелочных металлов,

Al, Pb, Zn, Ni, Cu, легко проникают внутрь углеродных трубок, поскольку эти элементы инертны по отношению к углероду (рис.9). Наоборот,  $d$ -металлы активно взаимодействуют с углеродом и образуют карбиды. Поэтому при введении  $d$ -атомов в трубки их стенки деформируются и разрушаются. Вот если ввести  $d$ -металлы IV–VI групп в трубки в составе стабильных фуллереноподобных частиц, тогда есть надежда, что структура будет устойчива. Такие частицы сравнительно недавно открыты. Это — так называемые металлокарбоздрены (меткары, состав  $M_8C_{12}$ ). В отличие от эндотрубок  $M@C_n$ , где атом металла помещен внутри углеродной оболочки, в меткарах сама оболочка формируется с участием M-атомов. По теоретическим оценкам, в симбиозных структурах (типа  $Ti_8C_{12}@NT$ ) цепь  $[Ti_8C_{12}]_\infty$  стабилизируется внутри трубки, которая при этом не разрушается. Изменяя химический состав меткаров, можно регулировать свойства и стабильность этих систем. Другой способ изменить состав и свойства пиподов — использовать в качестве оболочки неуглеродные трубки.

Пиподы на сегодняшний день — интереснейший и перспективный материал для микро- и наноэлектроники (диодов, транзисторов, элементов памяти, логических схем), аккумуляторов водорода, высокотемпературных сверхпроводников. Безусловно, этот список можно продолжить, что и заставляет ученых искать новых представителей «симбиозного семейства».

**Что еще можно прочитать о пиподах:**

- «Nature», 1998, V. 396, P. 323;
- «Phys. Rev. Letters.», 2000, V. 85, P. 5384;
- «Phys. Rev.», 2001, V. B64, P. 1303;
- «Nature», 2002, V.415, P.100561.



# Нобелевские премии 2003 года

«Science», 2003, v. 302, p. 382

## Физика

Лауреатами стали патриарх отечественной физики академик *Виталий Лазаревич Гинзбург* (ему 87 лет) из Физического института им. П.Н.Лебедева РАН и академик *Алексей Алексеевич Абрикосов*, который теперь трудится в Аргонской национальной лаборатории (США), за работы полувекковой давности по теории сверхпроводимости, а также англо-американский физик *Энтони Легет* из Иллинойского университета, в 70-е годы теоретически объяснивший сверхтекучесть гелия-3.

Изучение сверхпроводимости имеет уже почти столетнюю историю, и многие ее исследователи были отмечены высшими наградами. В 1911 году этот эффект открыл на ртуть голландец Х.Камерлинг-Оннес. В 30-е годы немецкие физики В.Мейснер и Р.Оксенфельд установили, что слабое магнитное поле не проникает внутрь сверхпроводящего образца, поскольку на его поверхности возникает незатухающий ток, магнитное поле от которого компенсирует внешнее поле (эффект Мейснера). А их соотечественники, эмигрировавшие в Англию, братья Г. и Ф.Лондоны разработали феноменологическую теорию сверхпроводимости.

Если увеличивать напряженность внешнего магнитного поля, то при достижении ею некоторого порогового значения эффект нулевого сопротивления пропадает, и по тому, как это происходит, все сверхпроводники делят на два рода. В материалах 1-го рода (ртуть, свинец, алюминий) восстановление сопротивления идет через промежуточное состояние, при котором в образце чередуются сверхпроводящие и уже утрачившие это свойство участки. Развив теорию Лондонов, В.Л.Гинзбург и Л.Д.Ландау получили уравнение, описывающее такой процесс. А в материалы 2-го рода (ниобий, сплавы, керамики) внешнее магнитное поле проникает по-иному: в них возникают вих-

ри — нити, вокруг которых вращаются электроны; их появление предсказал и объяснил А.А.Абрикосов (вихри Абрикосова). При усилении поля плотность вихрей растет, и они начинают формировать в образце упорядоченную решетку.

После сенсационного открытия высокотемпературной сверхпроводимости в 1986 году эта область науки все время оставалась в центре внимания. Она уже имеет выходы в практику, скажем, сверхпроводящие магниты используют в ускорителях заряженных частиц и в медицинских ЯМР-томографах.

Сверхтекучесть гелия-4 при охлаждении его до 2,17К обнаружил П.Л.Каница в 1938 году, а объяснил Л.Д.Ландау. Аналогичный эффект на гелии-3, но уже при милликельвиновых температурах, открыли в 1972 году американцы Д.Ли, Р.Ричардсон и Д.Ошерофф, и вскоре Дегет объяснил его. Он основывался на теории сверхпроводимости Дж.Бардина, Л.Купера и Дж.Шриффера, согласно которой электроны с противоположно направленными спинами спариваются, и эти пары (их называют куперовскими) образуют квантовую жидкость — бозе-эйнштейновский конденсат. Атомы  $^4\text{He}$  представляют собой бозоны, и, значит, они способны собираться на нижнем энергетическом уровне, тоже образуя такой конденсат, что и обеспечивает сверхтекучесть. А вот атомы  $^3\text{He}$  — фермионы, и потому их механизм сверхтекучести, по Дегету, другой: сначала они образуют пары (подобные куперовским), которые уже бозоны, а те дают конденсат.

Нужно отметить, что большой вклад в изучение этих явлений внесли многие советские физики, например Н.Н.Боголюбов, И.Я.Померанчук, Л.П.Горьков, И.М.Халатников, Л.П.Питаевский.

## Химия

Награду получили американцы *Путер Эгг* из университета *Джона Хопкинса* (Балтимор) и *Родерик Мак-Киннон* из Рокфеллеровского университета (Нью-Йорк) за исследования белков, служащих мембранными каналами для молекул воды и ионов металлов. Эгг в 1988 году выделил водный

канал, а Мак-Киннон за последние десять лет совершил прорыв в изучении строения и функционирования калиевого канала (о его работах мы неоднократно писали — см. «Новости науки», 1998, № 9–10; 2002, № 5; 2003, № 10).

Мембрана регулирует поступление в клетку разных веществ, и обмен воды через нее обеспечивает осмотическое равновесие клетки со средой. Некоторые мембранологи полагали, что вода просто диффундирует через липидный бислой, но Эгг доказал, что существуют специальные белки (названные аквапоринами), через которые просачивается вода. Через каждую пору за секунду могут проходить до миллиарда молекул  $\text{H}_2\text{O}$ , и в ней одновременно находятся примерно 10 таких молекул. В то же время канал проявляет высокую избирательность и не пропускает ионы водорода. Оказалось, что электрическое поле белка так ориентирует молекулы воды в канале, что протоны не могут перескакивать там с одной молекулы  $\text{H}_2\text{O}$  на другую. Поэтому протоны не способны преодолеть мембрану по пересекающим ее водным каналам.

Высокая избирательность свойственна и ионным каналам, которыми занимается Мак-Киннон. Они снабжены воротами, которые могут открываться и закрываться под действием управляющих сигналов. Яркий пример такого эффекта — нервный импульс. Сначала с помощью ферментов, служащих ионными насосами, создается разница концентраций ионов натрия и калия по обе стороны мембраны аксона, а затем под действием скачка напряжения происходит открытие каналов. Калиевый канал пропускает ионы  $\text{K}^+$ , но не  $\text{Na}^+$ , хотя диаметр натриевых ионов меньше. Это связано с тем, что у  $\text{Na}^+$  больше гидратная оболочка, а геометрия и химическое строение калиевого канала идеально приспособлены для освобождения от водной «шубы» именно ионов  $\text{K}^+$ .

Мембранные белки гидрофобны и плохо кристаллизуются, в чем и заключается главная трудность их изучения. Мак-Киннон использовал антитела к отдельным частям белка, которые способствовали обра-

## В 2033 году Нобелевскую премию получит...

*Прогнозы, как известно, бывают двух категорий: которые сбываются и которые нет. Но это правило относится ко взрослым людям. А если прогноз дает ребенок? Наверное, в этом случае на ум придет поговорка: «Устами младенца глаголет истина».*

*Оговоримся: тут речь не о младенцах, хотя все-таки о детях, пусть и вступающих во взрослую жизнь. Одиннадцатиклассниках. То есть особях, жизненным опытом никак не умудренных. Тем интереснее.*

Итак, письменный тур Московской городской биологической олимпиады школьников, состоявшейся в 2003 году. Девяносто шесть одиннадцатиклассников, которым предложили следующий вопрос: «Как по-вашему, за что будет присуждена Нобелевская премия за достижения в области биологии и медицины в 2033 году?» При этом каждый участник олимпиады мог высказать несколько идей (вариантов прогноза).

Кто-то может возразить: выборка не слишком велика, чтобы считаться репрезентативной. А вот наше мнение: это ведь олимпиада по биологии — следовательно, в ней участвуют дети уже отобранные, сделавшие свой профессиональный выбор.

Так что же они ответили?

Наиболее популярным оказалось следующее мнение: в 2033 году Нобелевскую премию получат ученые за изобретение средств против рака или СПИДа. Таков прогноз трех четвертей участников олимпиады.

А вот пятая часть написала: «За средства, задерживающие старение человеческого организма и продлевающие жизнь».

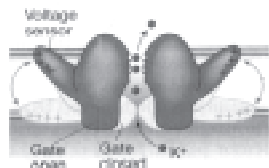
Несколько участников предположило, что Нобелевская премия 2033 года будет присуждена за вживление в организм чипов, позволяющих восстанавливать нормальную работу больных органов.

Что еще? Блок идей, связанный с оказанием помощи инвалидам: искусственный глаз для слепых, искусственный орган слуха, выращивание органов из отдельных клеток пациента и их последующая пересадка в организм, создание средств, стимулирующих регенерацию оторванных конечностей.

Около трети участников олимпиады предположило, что в 2033 году высокая научная награда будет присуждена за работы в области генной терапии, которая позволит удалять из клеток человека вредные мутации и, напротив, вводить полезные. В этой группы «генных терапевтов» оказалась школьница, которая сделала ставку и на разработку методики внедрения в геном человека гена гениальности.

Еще одно мнение: Нобелевская премия будет присуждена за создание средства, радикально излечивающего от алкоголизма.

зованию кристалла. Ему удалось определить структуру подвижных блоков белка, ответственных за воротный механизм, — они имеют вид лопастей, плавающих в липидном слое:



И хотя многое еще предстоит уточнить, цитологи признают, что работы Эгра и Мак-Киннона совершили революцию: на протяжении полувека мембранные каналы были абстракцией, а теперь они обрели четкую химическую реальность.

## Физиология и медицина

Премию поделили американец Пол Лаутербур из Иллинойского университета и англичанин Питер Мэнсфилд из университета Ноттингема за создание метода ЯМР-томографии (или магнитно-резонансной томографии — МРТ).

В химическом анализе давно применяют ЯМР-спектроскопию, при которой небольшой объем раствора помещают во внешнее магнитное поле. В нем атомные ядра, имеющие ненулевые спины (например, водорода, углерода-13, натрия-23, фосфора-31), ориентируются по нескольким дискретным направлениям, которым соответствуют разные энергетические уровни. Затем, облучая раствор электромагнитными волнами (в радиодиапазоне), находят резонансные частоты. Поскольку на них влияет химическое окружение атомов, таким способом удастся многое узнать о структуре и внутренней динамике молекул.

Химические элементы, у которых ядра имеют ненулевой спин, широко представлены в живых организмах (прежде всего водород в молекулах воды). И в 1971 году американский физик Р.Дамадьян попытался использовать ЯМР для медицинских целей (как выяснилось, еще в начале 60-х годов это предложил делать и даже подал

заявку на изобретение офицер Советской Армии В.А.Иванов — см. «Известия» от 25.10.2003). Но чтобы получать информацию о строении живой ткани, необходимо было научиться разделять сигналы, получаемые от различных ее участков. И тут ключевую идею выдвинул Лаутербур: поскольку резонансная частота зависит не только от химического окружения, но и от величины исходного внешнего поля (пропорциональна ей), то надо использовать не постоянное по всему объему, а пространственно неоднородное поле.

Он ввел градиенты напряженности, то есть изменения поля вдоль трех декартовых осей, что позволило привязать каждый ЯМР-сигнал к определенной точке пространства. А на основе компьютерного анализа сигналов от разных точек можно формировать послойные изображения тканей и органов. Конечно, это потребовало разработки сложных математических моделей и программного обеспечения, с чем справились английские специалисты под руководством Мэнсфилда (кроме того, он внес усовершенствования в сам метод).

МРТ дает возможность с разрешением в доли миллиметра различать мягкие ткани, выявлять опухоли, причем он визуализирует не только их анатомическое строение, но и биохимические характеристики — дает информацию о распределении тех или иных веществ. Для ЯМР-интроскопии кости не служат препятствиями, поэтому в первую очередь ее применяют для обследования головного и спинного мозга. Можно даже наблюдать изменения в состоянии мозга во времени, вызванные, скажем, восприятием последовательности зрительных образов.

Важно, что в отличие от рентгеновской или инфразвуковой диагностики в МРТ нет повреждающего фактора (хотя организм подвергается действию магнитных полей). В этом направлении ядерной медицины как в фокусе сошлись последние достижения физики, химии, биологии, вычислительной техники. Метод стал обычным в клинике (процедуре подверглись

уже более 60 млн. пациентов), и спектр его применений с каждым годом расширяется.

Нобелевская премия — вещь жестокая. Ведь называя одного, двух или трех лауреатов (больше по уставу нельзя), Нобелевский комитет нередко вынужден выделять их из группы ученых, внесших не меньший вклад в данное достижение. Так случилось и на этот раз: потерпевшей стороной оказался один из первых энтузиастов ЯМР-томографии Раймонд Дамадьян, который публично призывает исправить эту несправедливость.

Вопрос о приоритете и суммарных заслугах претендентов тесно связан с процессом публикации научных результатов, и тут тоже далеко не все ладно. Об этом на страницах «Nature» (2003, v.422, p.259) поделился своими соображениями П.Лоуренс из Молекулярно-биологической лаборатории в Кембридже, который был членом редколлегии нескольких изданий.

По его мнению, проблема в том, что различные организации, ведающие распределением грантов и других видов финансирования, основывают свои решения не на содержании работ, а на формальных признаках: количестве публикаций, месте автора в списке соавторов и рейтинге (импакт-факторе) журнала. Из-за этого все хотят во что бы то ни стало публиковаться в ведущих журналах, следуя принципу «чем больше, тем лучше» (даже если во второй статье есть только исправления ошибок первой).

Фактически эти организации перекладывают ответственность на редакции и рецензентов, однако те не в состоянии переварить массив поступающих статей (сейчас в «Nature» приходит 9000 статей в год, что вдвое больше, чем десять лет назад). Процедура рецензирования тоже несовершенна, поскольку на ней сказывается конкуренция разных групп ученых.

Лоуренс полагает, что выход из сложившейся ситуации надо искать в ослаблении зависимости судьбы исследователей от чисто количественных показателей их деятельности.

Л.Верховский



Модная нынче тема — клонирование. Естественно, участники олимпиады не обошли ее вниманием. Таких набралось около четверти. Правда, идея клонирования именно человека успехом не пользовалась (вот вам и дети!): более достойным Нобелевской премии они посчитали восстановление путем клонирования вымерших видов.

Еще четверть школьников сочла вероятным, что премия 2033 года будет присуждена за работы, связанные с охраной окружающей среды. Например: за выведение штаммов организмов, способных разрушать токсичные вещества, за разработку технологий, превращающих мусор в топливо, за разработку экологически чистых способов получения новых материалов методами биотехнологии. И наконец, за изобретение микробиологических батарей для получения электроэнергии. А в одной из работ предлагалось учредить еще одну Нобелевскую премию, которую присуждали бы за выдающиеся достижения именно в области охраны окружающей среды. По-видимому, Нобелевскому комитету следует обдумать это предложение всерьез.

А вот не только интересное, но и несколько странное. Лишь менее 20 человек предположили, что Нобелевская премия будет присуждена за достижение в области «чистой», фундаментальной биологии, а именно: раскрытие механизмов памяти и мышления, механизмов предбиологической эволюции и, конечно, за синтез живой клетки в лаборатории. Лишь один участник упомянул о механизмах клеточной

дифференцировки. И все! О других интереснейших проблемах, связанных с индивидуальным развитием организма, не сказал никто. Неужели падение интереса к чистой науке — это знамение времени?

Теперь о работах единичных, но поражающих воображение.

В 2033 году Нобелевская премия будет присуждена за:

- открытия жизни на других планетах;
- достижения в области систематики инопланетной жизни (о как!);
- изобретение таблеток, вызывающих хорошие сновидения;
- внедрение в геном человека генов диких животных;
- объединение человека с компьютером;
- доказательство того, что человек возник в результате скрещивания инопланетянина с обезьяной;
- объяснение телепатии на основе торсионных полей;
- разработку средства, позволяющего мужчинам рожать детей;
- изобретение вечного двигателя;
- научное доказательство или опровержение бытия Божия.

Через тридцать лет мы узнаем, кто из участников биологической олимпиады 2003 года оказался прав. Если, конечно, доживем до осени 2033-го. А пока — спасибо им. Порадовали.

Кандидат биологических наук  
С.В.Багоцкий



# Прогноз развития биологии до

Двадцать лет назад Комитет наукознания Польской академии наук обратился ко мне с просьбой подготовить прогноз развития биологии. Волна общественных потрясений, вызванных «Солидарностью», утопила мой анализ, а так как после объявления военного положения я покинул Польшу, то мой ум был занят проблемами, совершенно отличными от отслеживания судьбы названного текста. После возвращения в страну содержание данного прогноза было мною совершенно забыто. Несколько месяцев назад ко мне обратилась доктор Данута Миллер, редактор издательства «Проектирование и системы», которая в определенном смысле спасла мою работу. Если б я готовил такой прогноз сейчас, то, безусловно, следовало бы его расширить и снабдить огромным количеством новых результатов из области генетики, геномики и геномной инженерии. Не собираюсь этого делать, поскольку фронт публикаций в настоящее время расширился до такой степени, что стал превышать познавательные возможности одного человека, и здесь, скорее, необходим какой-нибудь коллектив экспертов.

Станислав Лем, 2000 год



13 ноября 2003 года университет в Билефельде (Германия) присвоил степень почетного доктора писателю-фантасту и философу-футурологу Станиславу Лему. Степень присвоена «за выдающиеся достижения в области информатики» и «литературный труд, глубина которого и сила воздействия на развитие информатики беспрецедентны»

**Ш**естидесятилетний период прогноза — это удвоенное время, которое минуло от открытия Уотсоном и Криком нуклеотидной спирали как носителя наследственности. За этот период, как я считаю, результаты биологических исследований выйдут за рамки биологии в виде новой отрасли производства, и они уже не будут лишь частью знания о жизни, как компьютерное производство не является частью логики.

Исходной базой прогноза будет часть генетики, называемая геномной инженерией. Начало развития конструктивной генетики тормозится инструментальными и экспериментальными факторами. Технология геномной инженерии радикально отличается от традиционной технологии проектирования, и хотя близка к химии синтеза, но и с ней во многом различна. Кроме того, эта инженерия страдает от недостатка знаний в описательной генетике. Нам далеко до составления карт наследственности всех тех простых организмов, на материале которых работает инженер-генетик. Поэтому будущее, охватывающее даже близкие перспективы этих работ, не очень ясно. Еще менее надежны прогнозы, идущие дальше. Несмотря на это, я попытаюсь взяться за них внутри трехфазной схемы, хотя ее последняя фаза лежит за горизонтом прогноза. Об основных возможностях этой фазы я писал в «Сумме технологии». Первую фазу я назову биологической, вторую — па-

рабиологической, а третью — трансбиологической. В биологической фазе как исходным сырьем, так и конечным продуктом будут существующие живые организмы, а вторжение в их наследственность приведет к запланированным изменениям. В парабиологической фазе объектом операций станут, кроме того, субстанции, проявляющие только некоторые черты живых организмов, их органов или тканей. Наконец, в трансбиологической фазе конструкторская деятельность выйдет за пределы биологии, поскольку присущие жизни технологии будут привиты или перенесены на вещества, находящиеся за пределами земной жизни. Где-то внутри этой третьей фазы процесс может дойти до создания синтезированных и модифицированных организмов-систем, которые я назову технобиоценозами по причинам, кратко объясняемым в конце эссе.

Таким образом, я представляю очень оптимистический и не менее рискованный прогноз, поскольку он в значительной части опирается на предположения, которые возможно подкрепить гипотезами, лишенными, однако, эмпирической основы. В качестве главной можно принять следующую гипотезу. Наследственный код каждого живого существа отличается двумя свойствами. **Во-первых**, этот код возник в ходе преобразований, которые как биогенез спонтанно начались несколько миллиардов лет назад на Земле. **Во-вторых**, он запускает строи-

тельство, целью которого является создание определенной системы, то есть индивидуальное развитие растения или животного. Согласно гипотезе оба эти свойства **разделены**. Строительная технология, применяемая жизнью, вовсе не должна ограничиваться только теми созданиями, которые могут возникать самостоятельно в процессе эволюции сначала химических соединений, а затем соединенной жизни, то есть без всякого направленного на это внешнего воздействия. Интуиция подсказывает, что труднее найти субстанции для самоорганизации, понимаемой как строительство организмов в ходе их дальнейшего развития, чем такие субстанции, которые не могут самостоятельно объединяться в зародыш подобной активности, но могут после принудительного объединения проявлять подобие органической активности. Ведь эволюционная задача должна была решаться в два этапа: жизни требовалось сначала **возникнуть** и только затем она могла развиваться в разных направлениях. Если специфические условия среды служили этому возникновению как подмости, от которых не осталось и следа, то *a priori*<sup>1</sup> можно считать, что разум и знание могут искать такие или другие подмости в более широком смысле, чем биогенез. При этом речь идет не о строительстве каких-либо «готовых» организмов или псевдоорганизмов, а о начале процессов, которые сцеплены нами и



движутся уже сами, словно двигатель благодаря стартеру. Иначе говоря, я утверждаю, что множество систем, способных к самопроизвольному возникновению из неодушевленной материи, меньше множества элементов, которые сами в органические системы соединиться не могут, но которые к такому соединению можно привести. При этом речь идет не об оригинальности строительного **материала**, а только о **методике**, основанной на том, что определенная информация, молекулярно закодированная, может быть самореализующимся прогнозом собственного структурного состава. («Слово стало телом».) Таким образом, ориентированная конструкторская деятельность наделяет свои творения значительной самостоятельностью. Как раз отсутствием подобной самостоятельности отличаются плоды наших технологий от плодов технологии эволюционной. Кочере говоря, речь идет о **постановке** заданий, а не об их непосредственном исполнении. Задание, «поставленное» жизни эволюцией, сводится к существованию вопреки произвольным препятствиям, а разнородность препятствий (и окружающей среды) вызывает видообразующую разнородность. Конструктор может эту задачу произвольно изменить, поскольку самосохранение вовсе не должно всегда быть важным свойством продукта. Поэтому я вижу корень эволюционной технологии в **«информации, закодированной так, чтобы она сама преобразовывалась в желаемую материальную систему»**. Если мы внедрим это правило в энергию и вещества, к которым жизнь не имеет доступа, то выйдем как из ограничений, характерных для всего живого, так и из ограничений, свойственных нашим многочисленным технологиям.

Следовательно, я считаю современную генную инженерию детской фазой молекулярной инженерии, как биологической, так и внебиологической. В настоящее время растет объем знаний о механизмах наследования. Создаются генные библиотеки и приспособления, позволяющие комбинировать выбранные гены под автоматическим (компьютерным) контролем. Прототипы

этих приспособлений сократили время работ, длившихся до этого годы и месяцы, до недель, дней и часов. Вместе с тем новые открытия, вроде открытия подвижных генов или немых, не кодирующих никаких наследственных черт, нарушают остов тезисов, принимаемых до сих пор за аксиомы. Подверглась сомнению аксиома, что мотором эволюции были только стихийные мутации. Спор о способах возникновения видов должен разгореться вновь. Я склоняюсь к версии, познавательно полезной, что два миллиарда лет, разделяющие возникновение прокариот от эукариот, были не застоём, не работой стихийной мешалки до момента наступления случайной «счастливой полосы», а временем, в котором генные структуры разжились составом, расширяющим их созидательный строительный потенциал. Присутствие стихийного фактора в наследственности несомненно. Однако если в геномах ничто не ограничивает стихийности, то генная инженерия не уйдет далеко от своих нынешних достижений, поскольку до конечного состояния, которое будет результатом серии случайных жребиев, напрямую нельзя дойти ни одним конкретным методом, так же как и до результата в числовой лотерее. Если генератор разнородности случаен, а окружающая среда представляет только ограничитель его разброса, ничто, кроме другого случайного генератора, не сможет моделировать деятельность с тем же эффектом. И поэтому, чтобы получить основу для оптимистического прогноза, к **первой гипотезе** о раздельности **самовозникновения** жизни и информационных **технологий** жизни как создателя видов надо добавить **вторую гипотезу** о существовании не только случайного состава генов. Переформулировка сомнительных гипотез в последующих предположениях — это некое самоуправство. Однако на таких предположениях строится любой прогноз. Но при этом желательно знать, что же было выдвинуто таким безапелляционным способом.

Надежды сторонников генной инженерии обращены сегодня на такие области, как сферы ее потребительского применения: пищевая промышленность (существуют уже бактерии, про-

изводящие съедобные белки), фармакология (есть микроорганизмы, производящие инсулин и другие гормоны), энергетика (среди других перспективными здесь кажутся фотобактерии), горное дело (микроорганизмы использовали в нем еще до появления генной инженерии, хотя, скорее, второстепенно), сельское хозяйство, охрана окружающей среды, медицина. Большой капиталка (среди других перспективными здесь кажутся фотобактерии), горное дело (микроорганизмы использовали в нем еще до появления генной инженерии, хотя, скорее, второстепенно), сельское хозяйство, охрана окружающей среды, медицина. Большой капиталка еще воздерживается от серьезных инвестиций в эти области, ощущается отсутствие поддержки фундаментальных исследований. К концу столетия эта ситуация должна измениться к лучшему. Поскольку приведение здесь каталога достижений генной инженерии и ее ожидаемых вскоре достижений нарушило бы связность текста, ограничусь показом границ этой фазы конструктивной биологии. **Первое ограничение** — ресурсы доступных генов. Действительно, можно переносить гены высших организмов в низшие, чтобы бактерии производили, например, интерферон, но нельзя с помощью таких имплантаций соединять углерод и водород, чтобы получить топливные углеводороды, так как нет генов, прямо кодирующих этот процесс. Можно синтезировать гены, которых нет в природе, но гены — это строители и распорядители белков, следовательно, придется сначала проектировать такие циклы процессов, которые не входили до сих пор в репертуар биологического обмена веществ, а это уже задача совершенно другого порядка, несравнимо более трудная, чем относительно прямое (хотя также пока очень сложное и трудоемкое) введение генов, взятых из существующего в видах резерва. Это уже не извлечение слова из словаря, а образование неологизмов, но, чтобы неологизм имел смысл, он должен что-то означать. Здесь мы видим как раз **второе ограничение**, вытекающее из возможностей изменчивости организмов, ибо если геном — дирижер, то он не может навязать оркестру исполнение того, что тот не способен исполнить из-за отсутствия необходимых инструментов. Многие растения не способны сами усваивать азот из почвы не потому, что эволюция упустила при их строительстве

определенный ген, а потому, что энергетика этих растений не допускает этого усовершенствования. То, что не выполняет ни один тип химических реакций, годящихся для запуска в живой клетке, не может быть успешно кодировано каким-либо геном. Однако если к этим самым конечным состояниям могут вести разные каталитические пути, это ограничение будет иметь характер относительный, и его смогут преодолеть знания проектанта вкупе с изобретательностью. Однако столь глубокие перестройки производятся не скоро; быть может, мы приступим к ним в первой четверти XXI века. Преодоление порога ограниченной имплантации генов может также осуществиться довольно неожиданно, как бы с другой стороны, а именно при создании «ужасных гибридов», возникших из объединения клеток очень отдаленных друг от друга видов. Но эти проводимые уже сегодня скрещивания при всей их эффектности делаются вслепую, методом проб и ошибок, ибо не существуют даже изученные до конца генные карты организмов, и успех в виде полученной «помеси» — результат счастливого случая, который нельзя предвидеть.

**Третье и последнее ограничение** для создающей биологии — это группа фундаментальных законов природы, таких, как законы сохранения и термодинамики. Они имеют характер запретов. Поскольку нельзя ни произвести энергию из ничего, ни меньшую превратить в большую, не сделают этого ни модифицированные, ни полностью синтезированные организмы. Недоступными сферами останутся также для них окружающая среда, губительная из-за высоких температур или большого уровня радиоактивности. Однако эти барьеры могут оказаться преодолеваемыми, когда биоинженер начнет отказываться в своих созданиях от черт, обязательных для естественной жизни, — способности к размножению или тепловой чувствительности белков. Сказав это, мы дошли до границы, отделяющей первую биологическую фазу экспериментирования с жизнью от следующей, парабиологической.

Напрашивается такое замечание. В качестве тягловой силы человек изначально использовал животных, однако сейчас более эффективны приспособления, ни в чем не похожие на лошадей. Подобного отклонения от возникших в ходе эволюции форм и функций естественных организмов я ожидаю в молекулярной биологии через пятьдесят–шестьдесят лет, то есть тогда, когда она перестанет быть *sensu stricto*<sup>2</sup> молекулярной биологией, преобразовавшись в химию пара-

биологического синтеза. Во многих случаях возникнут дилеммы: произошло ли уже опровержение правила *omne vivum ex vivo*<sup>3</sup> или еще нет. Такие проблемы классификации появятся тогда, когда генная инженерия и молекулярная биология создадут боковой отросток в виде веществ, часто с клеточным строением, отчетливо проявляющих черты жизни, но лишь некоторые — как, например, способность к самовосстановлению и авто-репликации или неизвестные ни у каких видов варианты обмена веществ. Вещества, способные к упорядоченному росту, перерабатывающие почву в собственное вещество, с достаточно сложным строением, чтобы они могли, как живой организм, работать за счет собственной энергетике, вещества, с точки зрения биолога, «умирающие» после периода роста, а с точки зрения архитектора — застывающие в проектируемые формы, вещества, способные к образованию определенных предметов, образуют классификационные дилеммы скорее для философа, чем для инженера. Таким образом, огромная брешь, зияющая между неодушевленной и одушевленной материей, будет настолько заполнена, что попытки четкого разделения новых творений на биологическую или абиологическую природу станут беспредметными и будут свидетельствовать только о нашем умственном бессилии. Представим себе, как в растворе, содержащем ионы тяжелого металла, начинает развиваться создание с таким «обменом веществ», что выхватываемые из окружающей среды частички металла скапливаются у него внутри, и, когда это создание через некоторое время вынут из оживляющей ванны, можно будет получить из него запасную часть какой-нибудь машины так, как из телячьей ноги вырезали бы бедренную кость. Этот пример недостаточен того, чтобы его понимать буквально, ибо он должен только показать, что означает выход за пределы биологии в парабиологию и какие понятийные трудности может вызвать такой шаг. Металлический объект действительно возникает при участии процессов, похожих на те, что происходят при окостенении скелета плода, но процессы эти являются с биологической точки зрения абстракцией, ибо не представляют собой фрагмент эмбриогенеза. В подобных ситуациях ничто, кроме принятия соответствующей конвенции, не позволит выполнять традиционные разделения. Появление полимеров, перенимающих некоторые свойства живых тканей, но имеющих одновременно и свойства, чуждые им, я предполагаю в середине следующего столетия. Они

могут быть или продуктом псевдоорганизмов, выращенных именно с этой целью, или определенным этапом их «телесного роста». В приведенном выше примере псевдоорганизм можно отбросить после получения из него желаемого объекта, но желаемым объектом может быть и сам этот «организм», если речь идет о строительном материале на полпути между твердой соединительной тканью и пластичным веществом, которое должно застыть в изначально заданной форме.

Намного раньше, а именно еще в зените биологической фазы, библиотеки соответствия генов и фенотипов будут зафиксированы в памяти компьютеров, поскольку роль компьютеров как основы для проектирования в промышленной биологии станет огромной. Проектировщик будет разгрызывать разные варианты, рекомбинируя черты естественных организмов или, позднее, компонуя псевдоорганизмы с заданными параметрами и функциями. Он будет опираться на блок-схемы и аналоговые модели, проектируемые на компьютере, в котором перед этим были запрограммированы физико-химические условия окружающей среды, земной или внеземной, а также задача, которую должно выполнить проектируемое творение. В малом объеме этого прогноза невозможно хотя бы только перечислить основные области применения генной и парабиологической инженерии, но следует, однако, отметить, что эти задачи вовсе не будут ограничиваться вмешательством генетически модифицированной или смоделированной жизни в другие ее проявления, от животноводства и земледелия до ветеринарии и медицины. Так, например, сырье и металлы, называемые сегодня невозобновляемыми, не исчезают, а только подвергаются сильному распылению, и их можно было бы получить обратно благодаря организмам или псевдоорганизмам, проявляющим хемотаксис к этим веществам. Подобные работы в действительно большом промышленном масштабе можно будет предпринять только тогда, когда возникнут зачатки искусственного биоценоза. В каждом биоценозе происходит циркуляция элементов и химических соединений, в основном пищевых, по цепочкам, звенья которых — растения и животные, и это движение может приобретать геологические размеры, о чем свидетельствуют многочисленные минеральные отложения палеобиологического происхождения, как, например, известняк. Круговороты, которых в природе нет, можно будет привести в движение так, чтобы стало возможным не только получение промышленно рассеянных ма-



териалов, но и эксплуатация таких рудников и месторождений, которые нельзя использовать с помощью традиционных технологий. Следует также подчеркнуть, что если сейчас капиталоемким является как создание промышленных технологий, так и поддержка их развития, то тогда капиталоемкими будут только фундаментальные исследования и внедрение конструктивной биологии, но зато после внедрения технологии в отдельные области биосферы ее продукция будет стоить не больше, чем выращивание растений, а скорее меньше.

То, что я говорил до сих пор, показывает, что многие кризисы, которые сегодня кажутся нам непреодолимыми и даже угрожающими существованию цивилизации, можно будет ликвидировать или обуздать в результате биотехнического маневра. К сожалению, эти лучезарные перспективы может затмить их черный реверс. Возможность проектирования нового биологического оружия — это неизбежный спутник полезных результатов геномной инженерии уже у ее истоков. Особенно опасной может оказаться синтетическая вирусология, не ограничивающаяся увеличением вирулентности существующих микробов. Болезнетворная деятельность естественных микробов никогда не бывает стопроцентно смертельной, поскольку вид, столь успешно преодолевающий органическую защиту хозяев, гибнет вместе с ними. Даже эволюционно молодые и потому особо вредные микроорганизмы ослабляют свою вредность, многократно проходя через атакуемую популяцию, поскольку выживают среди них те, которые очередными мутациями направлены к состоянию динамического равновесия с хозяевами. Однако эти естественные тормоза летальной деятельности сможет устранить инженер-генетик, создающий оружие. Впрочем, не только самые вредные формы будут целью его поисков. Есть много вирусов, способных существовать в человеческом организме целыми годами в скрытом состоянии, активизируясь только в позднем периоде жизни или под влиянием других внутренних или внешних факторов. Собственно говоря, формы, действующие с опозданием, будут особенно хорошо способствовать проведению криптовоинных акций, причем изошеренно выборочным методом. Их мишенью могут стать, например, женщины. Вирус, локализуясь в организме, не выдает себя ничем, но, когда женщина забеременеет, этот вирус вызовет превращение плаценты или плода в злокачественное новообразование. Можно представить себе вирусоподобное оружие, или действующее с за-



## РАЗМЫШЛЕНИЯ

данным запаздыванием, или активизирующееся в результате изменений, происходящих в организме, таких, как беременность, или, в конце концов, запускаемое особым «детонатором» в виде генного активатора, который может рассеиваться в воздухе, добавляться в питьевую воду и т. п. Когда появятся возможности его синтеза, вся эта область окутается тайной. Против синтетических форм, с которыми человек никогда не сталкивался, защитные силы организма окажутся беспомощны, а закалывание всей популяции будет невыполнимо из-за огромного разнообразия этих форм, насчитывающих по меньшей мере тысячи. Утаить проведение таких работ будет намного легче, чем, например, производство боевых ракет или строительство их пусковых установок. Поэтому развертывание успешного контроля над этой областью вооружений будет чрезвычайно проблематично. Можно вдобавок атаковать противника не прямо, то есть целясь в его население, а опосредованно, вызывая различные поражения, имитирующие естественные неудачи, например неурожай, эпизоотию среди животных и т. п. Это биологическое оружие особенно хорошо пригодно для подрыва господствующей доктрины возмездия или «второго удара» (*second strike capability*). Если нельзя с полной уверенностью установить, был ли нанесен первый удар, невозможно принять рациональное решение о нанесении ответного удара. В мире с таким оружием контроль, установка равновесия сил и их политическая гарантия становятся недостижимыми, так как размыто разграничение между войной и миром. Я не буду рассказывать дальше о множестве мрачных перспектив мобилизованной генетики и закончу таким замечанием: все зло может осуществляться не потому, что наука является источником несчастий, а потому, что действует она в мире, раздираемом антагонизмами.

Бьюсь об заклад, что биологической войны не будет, в чем убеждают меня оптимистические составляющие этого прогноза, и попробую показать перспективы, которые появятся к концу предвидимого периода. Я не упомя-

нул о многих реальных возможностях, поскольку о них пишут как в специальной литературе, так и в предназначенной для широкой публики. Я не упомянул о возможности лечения наследственных болезней, о поддержке защитных сил человеческого организма, о преодолении иммунологических отклонений, при которых организм сам себя атакует и уничтожает, ибо классифицирует отдельные собственные ткани как чуждые, а также об индивидуальном приспособлении синтетических антител и сывороток к биологической конституции больного, что предотвращает лекарственную и белковую аллергию. Скажу только, что в медицине проявится новая тенденция, при которой лечение многих недугов из экстренного вмешательства станет процессом непрерывным. Это сделают возможным различные виды призывок, биохимически защищенных от реакции отторжения, а незаменимым инструментом терапии станет компьютер, содержащий модель конституции больного, чтобы в случае необходимости оптимизировать терапию не только для определенной болезни, но и для определенного человека. План такой терапии составляет врач, почти так же, как стратег, пользующийся электронным симулятором в военной игре. Кроме того, могут появиться методы бескровной хирургии, которая заменит традиционную хирургию благодаря таким перестроенным или синтетическим микроорганизмам или вирусам, задачей которых будет, например, лечение закупоренных тромбами кровеносных сосудов, прежде осуществляемое путем радиоактивного или биологического воздействия. Относительно же многих иллюзий, сегодня широко распространенных и захватывающих, вроде технологий клонирования, я не думаю, чтобы могло дойти до «выращивания человеческих экзепляров из отдельных клеток тела», поскольку не вижу ни экономических, ни каких-либо других причин, по которым можно было бы перенести такую процедуру с киноэкранов в действительность. Также к области фантастических фильмов надо отнести мысль об «искусственном создании человека и сверхчеловека». Воздей-



стве подобных идей на коллективное воображение отчасти можно объяснить вызванными страхом реакциями, которые сегодня пробуждает наука, представляемая в виде заговора против человечества. В таких иллюзиях возвращаются древние мифы, легенды о гомункуле или сказки о трупце, воскрешенном Франкенштейном. Зато желательной я считаю постановку вопроса о дальнейших изменениях, пусть и неблизких к реализации, а в качестве проектов далекого будущего, которые возникнут на основе уже осуществленных достижений. Коллизии промышленной цивилизации, находящейся в фазе роста, с ее планетным окружением можно коротко назвать коллизией техносферы с биосферой. Биосфера, в которой существуют отдельные биоценозы материков и океанов земного шара, подвергается таким повреждениям, которые могут угрожать ее динамическому равновесию, что было бы губительно. Одной из наиболее смелых задач созидательной биологии может оказаться поддержка этого утерянного динамического равновесия. Этого не сделают никакие спорадические вмешательства, ни отдельные плоды геной инженерии; не может также стабилизирующая деятельность ограничиться пассивной защитой окружающей среды, например, благодаря выхватыванию синтетическими организмами субстанций, загрязняющих воду, воздух и почву. Мне кажется непонятным, почему футурологи, особенно экологической ориентации, не принимают во внимание возможности новой биологии, когда предвещают в своих прогнозах конец света, вызванный проблемами биосферы.

Разумеется, я не знаю, осуществит ли человечество амбициозный план спасения, поскольку его реализация кажется утопией не с точки зрения состояния знания, а с точки зрения политической ситуации в мире: такой проект невозможно осуществить в каких-либо государственных границах. Элементы искусственного биоценоза следует вводить в биосферу во внегосударственном масштабе. Это не значит, что этот процесс должен происходить на всей поверхности планеты, но одновременно осуществлять

гонку биологического вооружения и браться за лечение биосферы — это то же самое, что одновременно гасить пожар и подливать масла в огонь. Как я уже прежде называл идеал, достойный достижения с помощью созидательной генетической биологии и парабологии нового синтеза<sup>4</sup>, так и сейчас могу назвать проект создания технобиоценоза далекой и достойной усилий целью коллективных начинаний. Под технобиоценозом я понимаю систему, составленную из производственных технологий в развитии, а также из биоценоза, причем между этими составляющими имеются и стараются сгладить их противоречия системы микро- и макроорганизмов, спроектированных так, чтобы учитывалась взаимозависимость технологий и биоценоза и чтобы они приспособились к условиям окружающей среды. Так, **технобиоценоз должен стать высшей системой, состоящей из действующих производств, из локального биоценоза и из своего рода антипроизводства, являющегося плодом традиционной биологии.**

А в еще более далекой перспективе рисуется постепенное заимствование биотехнологией некоторых секретов традиционных технологий. Отдаленной целью станет тогда технобиосфера, принципиально похожая на жизнь в планетарном масштабе, учитывающая взаимозависимость подсистем и их увеличивающуюся регулирующую сложность. Это мнение подтверждает закономерность человеческой истории, заключающуюся в том, что развитие цивилизаций всегда соответствовало усложнению созидательных процессов. И это *notabene* является причиной трудностей, с которыми мы сейчас боремся, потому что чем проще система, тем легче ею управлять, используя наиболее простые процедуры, силовые, зато «насильное управление» сложными системами чаще всего дает результаты, обратные предполагаемым. При этом регулирование, ориентированное на состояние оптимального равновесия, заменяют действия, которые система как бы замораживает и потому парализует в развитии.

Как можно себе представить эту технобиосферу — как случайное соединение методов, подсмотренных человеком у природы неодоушевленной и природы одушевленной?

Это можно сделать бесчисленным множеством вариантов, поскольку как творение цивилизационного плана, а не спонтанной игры сил такая целостность должна определить ценности, на которые направлена.

Каждый естественно возникший биоценоз стремится к сохранению динамического равновесия также и ценой вымирания, и возникновения создающих его живых видов. Все эти виды являются, если рассматривать их по отдельности, ценностями второстепенными, преходящими, а постоянным остается только приспособленческое упорство, установленное жизнью в отношении к изменчивым во времени и пространстве нарушениям. Ясно, что эту главную задачу биоценоза придется модифицировать, если для нас не безразлично, какие виды растут, а какие исчезают. Каждая такая модификация раскроет, однако, недостаточную выполнимость всего, что хочется. Даже если бы все было возможно, то не одновременно. Явление, которое называют историческим прогрессом, создает конфликты и, ликвидируя их, порождает новые, а людям, живущим в данную историческую минуту, этот процесс может казаться фатальной и даже неустранимой угрозой. Да и любая форма технобиосферы не выведет человечество на плоскогорье абсолютно гармоничного существования. Проблемы непреодолимых дилемм **выбора** выходят за рамки приведенного прогноза и даже за пределы любой попытки чисто умозрительного предвидения будущего. Самым подходящим местом для такой попытки является проект, воплощенный в фантастическом произведении, например в таком, которое я написал в последнее время, — «Осмотр на месте».

Примечания переводчика:

<sup>1</sup> Независимо от опыта (*лат.*).

<sup>2</sup> В прямом смысле (*лат.*).

<sup>3</sup> Все живое произошло от живого (*лат.*).

<sup>4</sup> В книге «Сумма технологии».



# Был ли прав Мальтус?



ПЕРЕПИСКА

Художник Я. Сметанина



*Два века назад Т.Р.Мальтус высказал идею, что население Земли растет быстрее производства продуктов и поэтому скоро все люди вымрут. Прошло два века, массового вымирания не произошло, но продовольствия по-прежнему, кажется, не хватает. Каковы сегодняшняя ситуация и прогноз?*

А.В.Зубарев, Москва

Модель, которой пользовался для рассуждений Т.Р.Мальтус, была на тогдашнем уровне развития науки. Он заметил некоторые закономерности роста населения и производства продуктов (первую функцию он считал показательной, вторую — линейной), экстраполировал их и — очевидный результат. Именно так действуют люди на заре любой отрасли знания.

За два века наука заметно ушла вперед, простенькими экстраполяциями нынче занимаются дилетанты, а серьезный подход таков: надо определить механизм процесса, понять, что у этой штуки внутри, и тогда делать какой-то прогноз. При этом не следует забывать, что есть вещи плохо прогнозируемые или вовсе не прогнозируемые. Например, основные демографические зависимости (рождаемости и

смертности от уровня жизни) изучены хорошо, но эпидемию СПИДа предсказать было невозможно, а она влияет на демографическую ситуацию в Африке. Прогноз ситуации с едой сделать сложно — ее производство зависит от прогресса науки и техники, от открытий биологов, на базе которых создаются новые технологии. Открытия, разумеется, тоже происходят не сами, они связаны с сегодняшними расходами общества на образование и науку (то есть с дальновидностью общества) — от этих расходов зависят завтрашние доходы. Кроме того, и количество открытий, и доведение их результатов до внедрения зависят от степени необходимости, от того, «сильно ли приперло». Например, в США и Японии велики расходы на науку — и результат в виде доходов

очевиден. В Израиле острый дефицит воды привел к созданию системы капельного орошения.

Если же обратиться к статистике, то данные, которые опубликовал А.Вишневский (Центр демографии и экологии человека РАН), таковы. За вторую половину XX века население выросло в 2,4 раза. А валовый мировой продукт увеличился в шесть раз, в том числе производство зерна — в три раза, мяса и рыбы — в пять, сои — в девять. Треть урожая зерна используется для производства мяса, причем на один килограмм говядины расходуется семь килограммов зерна, на килограмм свинины — четыре, птицы — два, поэтому производство свинины и птицы росло быстрее, чем говядины.

Заметим, что простое сравнение потребления в разных странах годится для хлестких заголовков в газетах, но ни на микрон не добавляет понимания. Потребление мяса в Китае в полтора раза больше среднемирового (они едят вовсе не один рис!), а в Индии в десять раз меньше, то есть индус ест мяса в пятнадцать раз меньше китайца. А выглядят примерно одинаково, значит, не в мясе главный вопрос. Итак, в целом положение не катастрофично, а регулярно наступающий голод в странах Африки коррелирует с правлением деспотических режимов, строительством дворцов, закупками оружия и, естественно, с войнами.

Но в начале нового тысячелетия ситуация может обостриться. Как видно из того, что написано выше, производство мяса связано с производством зерна. Сейчас человечество понемногу переходит от ловли рыбы к ее выращиванию — каждая четвертая рыбка попадает на

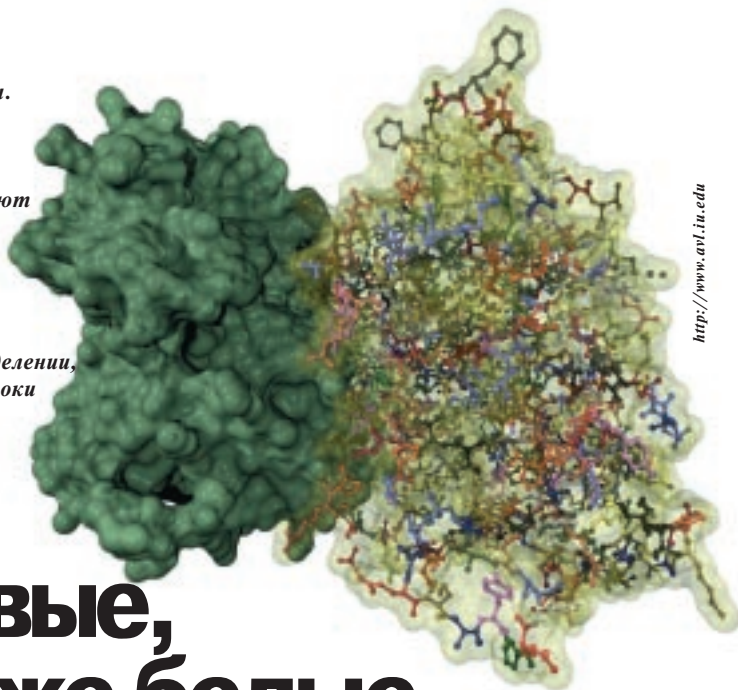
наш стол, не похищая ни моря, ни океана, и эта доля растет. Но выращивание рыбы опять же требует зерновых. А чтобы выращивать зерновые, нужны почвы и вода. Общая площадь пашни в прошлом веке росла, но медленнее, чем население. Ничего страшного — это компенсировалось приростом площади орошаемых земель, на которых выше урожай. Орошаемые земли сегодня составляют 17% всех возделываемых земель, но дают 40% продовольствия. Площадь орошаемых земель можно увеличивать и дальше, но где брать воду?

Сейчас в мире используется примерно 55% имеющейся пресной воды, причем 70% идет на орошение, 20% — в промышленность и 10% журчит у вас в квартире. То есть мы уже сегодня имеем конкуренцию за воду между сельским хозяйством и промышленностью, и далее эта конкуренция будет только обостряться. Да и международные скандалы из-за водопользования, еле-еле не переходящие в войну, уже были. Прогноз показывает, что к 2025 году доля урожая, получаемого с орошаемых земель, должна увеличиться с трети до половины. А в 2050 году воды на орошение потребуются втрое больше, чем сейчас. Придется опреснять морскую воду, но на это расходуется много энергии. Прогноз показывает также, что в 2025 году на Земле будет жить 8 миллиардов человек, и, если мы хотим, чтобы все они питались нормально (примем на веру это слово), производство продуктов питания должно удвоиться. Очевидно, что без внедрения новых методов производства не обойтись.

Л.Намер

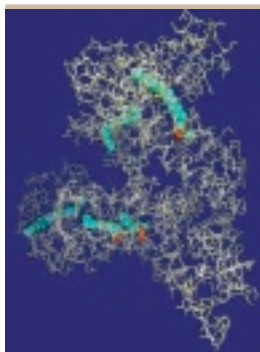


**Модель тубулина.**  
Из этого белка построены микротрубочки. Они поддерживают форму клеток, перемещают цитоплазму и органеллы, растаскивают хромосомы при делении, направляют потоки веществ



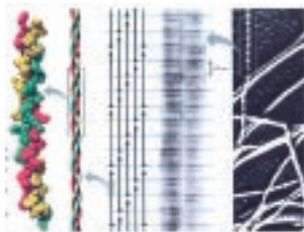
<http://www.oxf.it.edu>

# Первые, они же белые



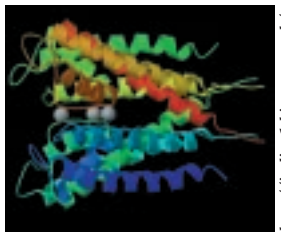
<http://www.mgh.harvard.edu>

**Модель альбумина из плазмы крови.** В крови альбумин переносит жирные кислоты, пигменты и другие вещества



<http://www.foc.mcdaniel.edu>

**Коллаген — белок соединительной ткани.**  
Рисунок и фотография волокон соединительной ткани



<http://indigo1.bio.ox.ac.uk/atessandro/research.html>

**Канал, переносящий через мембрану ионы калия у одной из бактерий (модель «резиновая лента»)**

**Б**елки у нас все чаще называют их международным (английским) названием — протеины, и в этом есть смысл. «Протос» по-гречески — «первый». И хотя белки не первые вещества живых организмов, описанные учеными, у этих немислимо разнообразных молекул бесспорное первенство в количестве выполняемых задач.

Наши ученые обычно называют эти вещества старому — белки. Их представитель, яичный белок, давший в русском и в немецком языках имя всему классу, так же, как белки молока и крови, был впервые обнаружен даже не людьми, а их неведомыми предками. (Яйцами питаются и многие современные обезьяны.) Белки пищи помогали выживать, наращивать мышцы и вершить великие дела. В X–XI веках в средневековой Европе крестьяне научились разводить растения из семейства бобовых, и тогда же началось строительство крупнейших соборов и замков, а также крестовые походы. Однако потребители белков научных статей не писали и в историю химии не попали. История этого класса веществ начинается совсем с другого.

В 1728 году Джакомо Беккари, профессор медицины и химии в Болонском университете, промывая муку, обратил внимание на клейкое вещество, которое и стало первым выделенным и описанным в специальной литературе белком. По-русски оно называется клейковиной. Теперь школьники на уроках размазывают жидкое тесто и убеждаются, что в зернах действительно есть белки, тогда же, видимо, автор не решился сразу опубликовать работу, и она увидела свет только в 1745 году. Не появилось и легенды о том, как Беккари влип в тесто и, отдирая его от праздничного камзола, подумал об открытии нового вещества.

Белки находили также в молоке, крови, других жидкостях организма. «Белковые жидкости», то есть растворы белков, попали в «Энциклопедию» Дидро и Д'Аламбера. Антуан Фуркруа, один из создателей химической номенклатуры, в конце восемнадцатого века определил главным их признаком то, что они сворачиваются при нагревании. Установили,

кроме того, что белки клейки, эластичны, вязки, а при сухой перегонке дают щелочную реакцию и аммиачную вонь. Это было время, полное блестящих открытий элементов и разнообразных соединений. Химия только входила в пору расцвета, а уже были обнаружены объекты, до сих пор не познанные, уводящие в те сокровенные закоулки, где тайны жизни смыкаются с тайнами неживой природы.

Несмотря на все это, к белкам еще долго долго неслись свысока, как к занятым, сложным, но вполне доступным для науки того времени органическим веществам. Пытались определить их точный химический состав, вывести формулу известных белков. Геррит Ян Мульдер решил, что основу любого белка составляет какое-то количество радикалов (постоянных по составу групп атомов кислорода, водорода, углерода и азота), а кроме них — атомы серы и фосфора. Эти радикалы он и назвал протеинами. Увы, стоило провести измерения точнее, и оказалось, что это ошибка. Кстати, уже в начале девятнадцатого века можно было угадать одну функцию белков: в 1814 году академик Петербургской АН Константин Сигизмундович Кирхгоф выделил из солада клейкий препарат, который превращал крахмал в сахар и декстрин. Тем самым он открыл ферменты и ферментативный катализ, но никто этого не понял.

В конце XIX века Менделеев в статье для словаря Брокгауза и Ефрона писал о белках: «Они, составляя вместе с водой принадлежность жизнедеятельности, отличаются великою изменчивостью своих свойств, непрочною и легкою способностью ко множеству химических превращений они не поддаются тем приемам, которыми удалось овладеть громадную массу других углеродистых и углеродисто-азотистых веществ». Ведущие химики уже хорошо понимали, что белки — вещества невероятно сложные и delicate, обычными химическими методами их не познаешь, хотя примерно в то время были предприняты первые попытки их синтезировать.

И все же химики проделали важнейшие шаги в изучении белков. Эмиль Фишер в конце девятнадцатого века наконец догадался, что это линейные полимеры — цепочки, собранные из аминокислот. Эти ниточки сложным образом скручены в клубки, а иногда сшиты между собой дополнительными связями. Позже и физики приложили руки к замысловатым молекулам: полвека спустя рентгеноструктурный анализ показал скульптуры мертвых, кристаллизованных белков, а еще немного погодя — ядерно-магнитный резонанс дал изображения живых белков, плавающих в растворе.

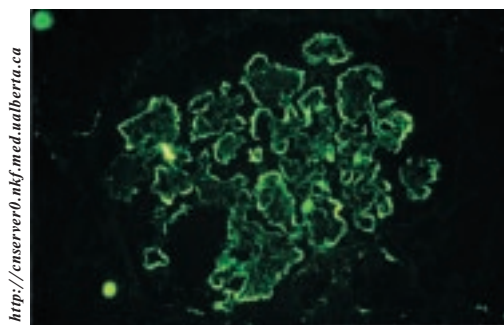
В середине XX века белки вместе с нуклеиновыми кислотами оказались в

центре того нагромождения научных дисциплин, которые Фрэнсис Крик для простоты назвал молекулярной биологией. Молекулярные биологи узнали, что последовательность аминокислот задается генетически и, в свою очередь, сама определяет сложную трехмерную структуру белка. Сейчас они даже проводят соревнования: кто лучше отгадает трехмерную структуру по последовательности аминокислот. А белковые инженеры уже думают над тем, как изменить или разработать заново последовательность аминокислот в белке, чтобы молекула выполняла заданные ей функции.

Трудно сосчитать Нобелевские премии, полученные за изучение белков или процессов, в которых белки принимают непосредственное участие. В последние годы стало модно говорить о протеоме — совокупности всех белков организма. Действительно, если все работы в организме выполняются белками, познав их, можно познать и регулировать большинство функций организма.

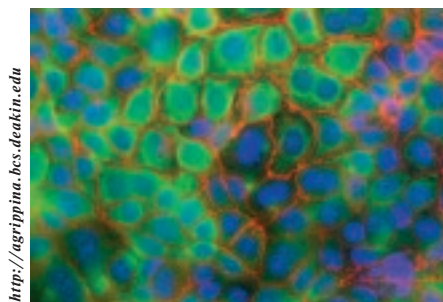
**Б**елки выполняют множество дел. Они укрывают тела животных кожаной одеждой, шубой и оперением, вооружают рогами и копытами; заставляя сокращаться мышцы, двигают конечности, подвешивают и скрепляют внутренности, сжимают сосуды, бронхи и другие трубки тела, связывают кости в скелет, переваривают пищу, превращают вещества и переносят их через мембраны клеток, разносят по жидким средам организма то, что без них не растворилось бы, принимают сигналы, помогают клеткам узнавать друг друга, латают дыры в кровеносных сосудах, убивают, будучи ядами, и обезвреживают чужие яды, участвуют в генерации нервных импульсов, восприятию, памяти, мышлению И это еще далеко не все.

Молекула белка рождается в цитоплазме клетки или на цистернах транспортно-накопительной системы. Специальные белки шапероны, как повитухи, обихаживают новорожденного: укладывают растущую цепочку в ажурную конструкцию. Затем, если нужно, белок еще достраивают: навешивают на него молекулы сахара, цепочки шивают вместе. Бывает, что белки состоят из нескольких отдельных клубочков — субъединиц, а бывает, что несколько цепочек соединены химическими связями. Нередко в молекуле белка есть несколько «сгущений» —



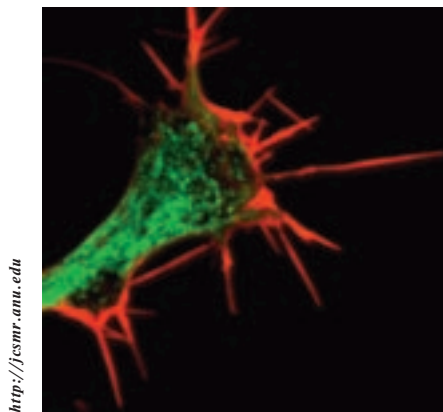
<http://censerverb.nkf.med.uaberrca.ca>

**Иммуноглобулины G и M в стенках почечных капилляров**



<http://agrippina.bcs.deakin.edu>

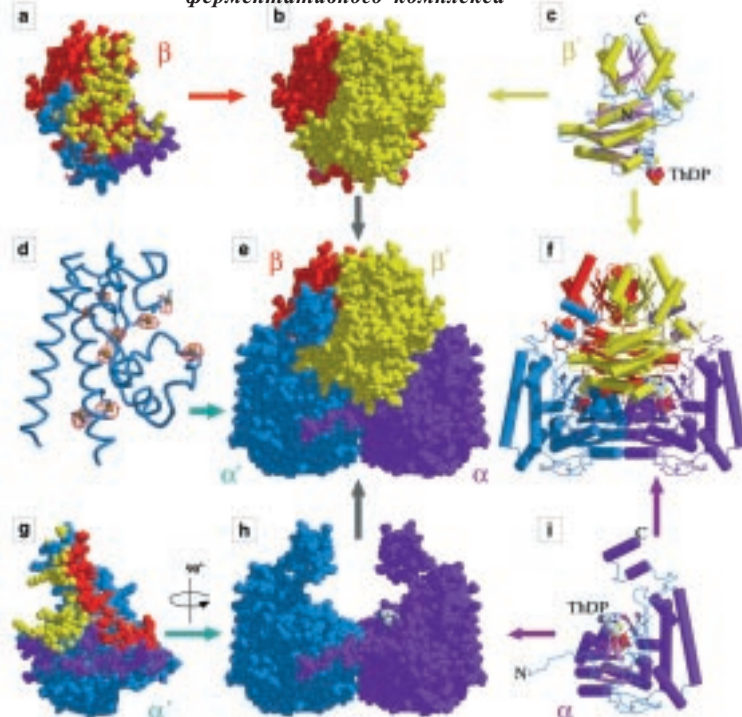
**Клетки, в которых красным помечен E-кадгерин, зеленым — кератин, а голубым — ядра клеток**



<http://jesmr.anu.edu>

**Актин и тубулин в нейронах**

**Структура пируватдегидрогеназного ферментативного комплекса**



<http://www.bmcsc.washington.edu>

доменов. Ферменты присоединяют к себе дополнительные группы атомов, нужные для сложной работы по катализу. Часто к ним обратимо присоединяются фосфатные группы, регулируя активность.

Белки видоспецифичны, а иногда и особеспецифичны. Молекулы глюкозы или этилового спирта в любом организме одинаковы. Другое дело — белки. Ни одно существо не возьмет чужой белок и не начнет им пользоваться, не переделав. Оно сначала разберет его на детали — аминокислоты, а уж потом соберет из них что-то по своему индивидуальному проекту.

Родившись и получив дополнительные навески, белки спешат на работу. Они плавают в цитоплазме или проникают в ядро, встраиваются в мембрану или только прилипают к ней с одной стороны, образуют вместе с другими молекулами органеллы или работают поодиночке, собираются в видимые глазом агрегаты или остаются крошечными частицами огромного организма, попадают в кровь или в просвет кишечника, покидают организм или остаются в нем до самой смерти — в общем, принимают различные виды и вычерчивают в пространстве жизни сложные траектории. Белки живут: меняется форма их молекул, подплывают и уплывают субстраты и прочие малые молекулы.

При работе белки рано или поздно портятся. К ним присоединяются ненужные молекулы (глюкоза, альдегиды и прочие), они распадаются и разворачиваются. Сломанный белок клетка помещает в мусорный контейнер — лизосому и утилизирует — разбирает на запчасти. А потом все начинается заново.

И если вдуматься, что наша жизнь? Всего лишь появление нужного белка в нужном месте.

**М.Литвинов**



**МОЛЕКУЛЫ ЖИЗНИ**





**Верю —  
не верю**







Кандидат технических наук

**Е. В. Москалев****БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА****Где «да», там и «нет»?**

Есть в медицинской практике явление, которое долго не поддавалось объяснению и в то же время избавляло людей от многих болезней. Это эффект плацебо.

Термин «плацебо» происходит от латинского *placebo*, что означает «понавляюсь», или от *placere* — «к удовольствию», а обозначают этим словом препарат или какую-либо процедуру, которые сами по себе не лечат, но имитируют лечение. Под эффектом плацебо понимают изменения в состоянии больных в результате внушения врача, знахаря, священника или другого человека, способного убедить пациента, что лечат его правильно.

Эффектом внушения вовсю пользуются магия, парапсихология, религия — за многие тысячелетия технологии воздействия на человеческую личность были отработаны достаточно хорошо. Но эффект плацебо — понятие более узкое, и его связывают исключительно с улучшением здоровья.

Эффектом плацебо пользуются давно, однако научная медицина признала его только в 1955 году, когда один из исследователей-медиков, Х.К. Бичер, провел статистическую обработку результатов клинических наблюдений и опубликовал статью, которую так и озаглавил: «Могущественное плацебо». В ней автор убедительно показал, что не менее чем у 32% пациентов прием «пустышки» вызывает выраженный физиологический эффект.

Теперь уже всем ясно, что просто так отмахнуться от этих фактов невозможно: на них опирается едва ли не вся альтернативная медицина, а кроме того, эффект плацебо способен исказить результаты многих научных исследований. Положительный отклик на таблетки, не содержащие лекарства, наблюдается примерно у трети испытуемых, а если врач перед каждым приемом «пустышки» внушает им, что это новое современное лекарство и оно обязательно поможет, то симптомы болезни сглаживаются, а то и вовсе исчезают у двух больных из трех.

Неудивительно, что явление всерьез изучают, и при разработке новых ле-

карственных препаратов всегда стремятся измерить силу его воздействия. Для того чтобы правильно оценить фармакологическую эффективность и установить оптимальную дозу нового препарата, пациентов делят на две группы: одной из них дают настоящее лекарство, а другой — таблетки из сахара или крахмала. В какой-то степени эффект плацебо дает о себе знать всегда, но в случае одних лекарств он выражен сильнее, а в случае других — значительно слабее.

Конечно, вылечить раковых больных одной лишь силой внушения не удастся никогда, но положительные эмоции после приема плацебо иногда способствуют улучшению состояния даже у них, что подтверждают в том числе и биохимические анализы. Однако значительно сильнее эффект плацебо дает о себе знать в тех случаях, когда «пустышкой» подменяют лекарство, призванное решить эмоциональные проблемы пациентов. В литературе описан случай, с которым столкнулись разработчики лекарства от стрессов и нервных расстройств «Прозак» («Prozac»). Обработка результатов исследований показала, что положительный отклик на плацебо дало практически столько же испытуемых, сколько и на само лекарство, и доказать эффективность препарата оказалось совсем не просто — пришлось даже создать новую методику математической обработки данных.

Очень заметен эффект плацебо при снятии болей, особенно в тех случаях, когда курс лечения включает прием препаратов, родственных наркотикам. При этом пациенты описывают изменение своих ощущений в процессе лечения практически одинаково, да и объективные наблюдения подтверждают их слова — поведение человека при болях хорошо изучено. Эффект от таблетки плацебо, имитирующей анальгетик, наступает примерно через час, как будто принято настоящее лекарство, причем в организме наблюдаются вполне конкретные физиологические изменения.

Совокупность данных подобного рода приводила медиков к мысли, что эффект плацебо имеет чисто психо-

логическую природу. Подобная точка зрения подтверждалась вроде бы и бытовыми наблюдениями: люди, уверенные в успехе лечения, в самом деле выздоравливают быстрее, у них реже возникают осложнения, а если врач способен внушить пациенту, что опасность миновала и дела идут на поправку, сильнодействующие лекарства могут и вовсе не понадобиться.

Прямые опыты тоже, казалось бы, указывали на психологическую природу эффекта. Так, например, очень наглядные результаты удалось получить в эксперименте по выведению бородавок с помощью инертного красителя. Бородавки окрашивали каким-нибудь ярким безвредным веществом и обещали, что они пропадут вместе с исчезновением окраски. Эксперимент оказался успешным.

Правда, некоторые ученые считали, что эффект плацебо проявляется просто за счет естественной способности организма к саморегуляции и самоисцелению. Ведь бывают случаи, когда выздоровление происходит самопроизвольно, без всякого вмешательства извне. Время от времени при профилактических медицинских обследованиях вдруг обнаруживается, что некогда человек ломал палец или даже перенес на ногах микроинфаркт, но к врачу не обращался, поскольку чувствовал себя не слишком плохо, не понимал серьезности проблемы, — и тем не менее выздоровел. Впрочем, эта точка зрения не могла объяснить, почему у пациентов, находящихся в ожидании курса лечения, самопроизвольное исцеление практически не наблюдается, — а такие статистические данные тоже были собраны.

В общем, внимание, забота, ободряющее и обнадеживающее внушение в процессе лечения явно имеют значение, причем без них не наблюдаются обычно и самопроизвольные реакции, способные приводить к выздоровлению.

### «Ну и чепуха!» —

реши́т читатель с естественно-научным образованием. Каким это, интересно, образом забота, внимание или тера-

певтическая установка могут вызвать улучшение состояния? Разве самочувствие определяют не материальные биохимические процессы? Где тут связь?

Все это и вправду очень интересно. Тот факт, что эффект плацебо реально существует, неопровержим, а раз так, то задача ученых — его объяснить. Понимание механизмов эффекта позволило бы установить, почему иные совершенно инертные гомеопатические средства или сомнительное лечение некоторых «альтернативных» врачей порой и в самом деле помогают.

Ведь эффект плацебо вовсе не ограничен приемом лекарств, он может проявляться и при других видах медицинских процедур. Так, сорок лет назад английский врач-кардиолог Леонард Кобб провел уникальный эксперимент. В те годы сердечную недостаточность пытались лечить хирургическим путем: чтоб увеличить поток крови к сердцу, делали операцию по перевязке двух артерий. Техника была хорошо отработана, и девять из десяти пациентов сообщали, что хирургическое вмешательство им помогло. Доктор Кобб в своей практике операцию только имитировал. Он делал небольшие надрезы на груди больного, но артерий не перевязывал. Его научный обман оказался настолько успешным, что врачи полностью отказались от соответствующего метода лечения.

Что-то в этой истории кажется очень знакомым, не правда ли? Ну конечно же! Все это напоминает исследования знаменитого физиолога, нобелевского лауреата Ивана Петровича Павлова, изучавшего условные рефлексы. Помните, когда у собаки по звонку начиналось выделение слюны без всякой пищи, если ранее ее кормили сразу после такого сигнала?

Многочисленные эксперименты и в самом деле подтверждают, что мы недалеко ушли в своих рефлексах от животных. Например, пациентам, испытывающим сильные боли, часто делают внутривенные уколы новокаина, после которых боль проходит и они могут наконец уснуть. Если через некоторое время тем же пациентам ввести вместо новокаина обычный фи-

зиологический раствор, они испытывают практически такое же облегчение.

Но есть у людей и свои особенности, которые связаны с сигнальной системой, отсутствующей у животных. Помимо внешних и внутренних стимулов люди реагируют на понятные им слова. При этом ответ организма на слово может быть столь же сильным и специфичным, как и на физическое или химическое воздействие.

Это хорошо иллюстрируют эксперименты, в которых руку человека подвергали слабым ударам тока, когда раздавался звонок. В ответ на электрический импульс мышцы расслаблялись. Через некоторое время удара током уже не требовалось: вырабатывался условный рефлекс и мышцы реагировали уже на сам звонок. В этом не было бы ничего необычного (подобные рефлексы, как мы знаем, легко вырабатываются и у животных), но мышцы точно так же расслаблялись, если человек видел изображение звонка или слышал слово «звонок» на любом языке, который он понимал.

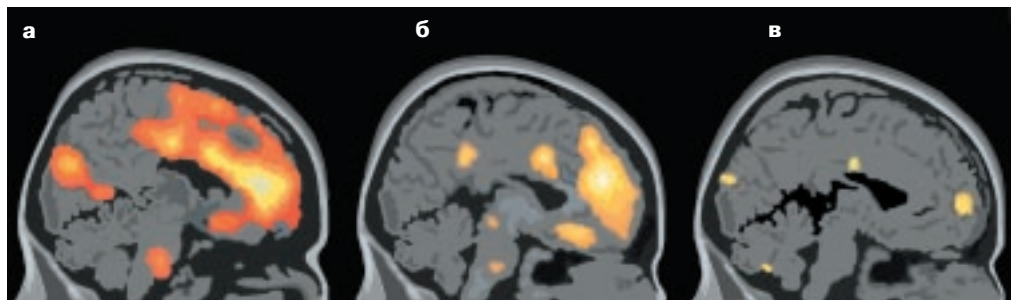
Не здесь ли кроется разгадка эффекта плацебо?

### Так где же собака зарыта?

Многие, наверное, помнят психотерапевтические выступления Кашпировского, когда он буквально завораживал тысячи зрителей в залах и на стадионах, миллионные аудитории у телевизоров. Суть выступлений сводилась к тому, что он как врач давал словами установку на выздоровление, причем у тех, кто ему верил, через некоторое время действительно могло наступить улучшение здоровья. В то время убедительно объяснить эффект Кашпировского было трудно.

Однако не так давно появились исследования, позволяющие пролить свет на механизм чудесных исцелений. В журнале «Science» была опубликована статья американских исследователей, авторы которой изучали функционирование мозга методами позитронно-эмиссионной томографии. Этот метод позволяет регистри-

**Исследование мозга методом позитронно-эмиссионной томографии:**  
а — мозг пациента, получившего анальгетик-опиоид; б — реакция мозга на прием плацебо; в — мозг пациента до эксперимента







ровать электромагнитное излучение и оценивать его интенсивность в разных структурах мозга. Сравнивая картинки излучения, характерные для здоровых людей и для пациентов, страдающих расстройствами центральной нервной системы, а также для испытуемых, принимающих некоторые лекарства, можно понять многое: поставить диагноз в трудных случаях, оценить эффективность препарата.

В данном случае исследователи тестировали только здоровых людей. Перед опытом каждому из них сделали томографию и убедились, что никаких особенностей в электрической активности мозга у них нет. Группу поделили на две части: одни пациенты получили обезболивающее на основе опиоидов, а другие — плацебо. При этом испытуемым сообщили, что они участвуют в эксперименте, где собираются оценить сравнительную эффективность двух анальгетиков, один из которых — опиоид.

Через 40 секунд после внутривенной инъекции добровольцам устроили испытание — несильный ожог тыльной стороны руки: при +48°С обжечься до волдырей невозможно, но боль может быть вполне ощутимой, особенно если отдернуть руку нельзя в течение минуты или даже больше. Свои ощущения добровольцы оценивали по визуальной аналоговой шкале.

У тех кто, получил настоящее лекарство, субъективное ощущение боли почти отсутствовало, но при этом картина активности мозга изменилась самым кардинальным образом (рис. а). Группа пациентов, получивших плацебо, оказалась неоднородной — кто-то ощущал боль сильнее, кого-то слабее, но в той или иной степени на плацебо среагировали все испытуемые. При этом картина активности их мозга очень напоминала ту, что была характерна для пациентов, принявших обезболивающее (рис. б). И в том и в другом случае наибольшую активность наблюдали в участках мозга, где сконцентрированы опиоидные рецепторы, что, конечно же, не может быть случайностью.

Стало ясно, что биохимические механизмы эффекта плацебо действительно существуют и их расшифровка не за горами. Ведь хорошо известно, что на активность определенных участков мозга могут повлиять не только экзогенные (то есть привнесенные извне), но и эндогенные морфины (эндорфины). Эти последние вырабатывает сам организм. Они играют важную роль в регуляции многих физиологических процессов: притупляют восприятие боли, служат биохимическим механизмом, формирую-

щим чувство удовольствия. Недостаток на ранних этапах развития организма эндогенных опиоидов и схожих с ними по структуре пептидных регуляторов может сделать взрослое животное тревожным и даже сказаться на его способности к обучению (см. «Химию и жизнь», 2001, № 9; 2002, № 9).

Косвенными свидетельствами в пользу того, что эффект плацебо в данном случае как-то связан с выработкой организмом эндорфинов, могут служить и наблюдения за пациентами, страдающими от болезни Паркинсона. При этом недуге, поражающем в основном пожилых людей, мозг производит слишком мало дофамина, одного из нейромедиаторов, который, как и эндорфины, участвует в регуляции физиологических процессов. Из-за недостатка дофамина человек не может полностью контролировать свою мышечную активность: у него, например, могут непроизвольно дрожать руки. Вещества, называемые агонистами дофамина, способны связываться в организме с теми же рецепторами, что и нейромедиатор, а потому их введение обычно улучшает состояние пациентов. Но сгладить проявления болезни можно в ряде случаев и введением плацебо, причем доказано, что происходит это благодаря накоплению в мозге собственного, эндогенного нейромедиатора.

Итак, механизм действия плацебо уже просматривается — это способность организма задействовать собственные резервы, бросая все силы на борьбу с конкретной болезнью. В некоторых случаях болезнь удается победить, но все-таки чаще она оказывается сильнее, и тогда без настоящих лекарств уже не обойтись.

### Обман или все-таки лечение?

И вот тут перед врачом встает этическая проблема. Что правильнее: сразу начинать лечить пациента или постараться сначала обмануть его, чтобы человек постарался выздороветь сам?

Этично ли при оценке эффективно-

сти новых лекарств обманывать пациентов контрольной группы? Но в том-то и дело, что если пациента заранее проинформировать, то эффект плацебо пропадет. Увы, без обмана нет гарантий пользы псевдолекарств.

Однако есть и другое обстоятельство, которое нельзя не принимать во внимание: побочным эффектом приема плацебо может стать зависимость пациентов от врача. Другими словами, плацебо может стать открытой дверью к шарлатанству.

И все-таки даже в подобном случае порой бывает трудно дать однозначную оценку действиям врача, практикующего плацебо. Здоровые скептики справедливо отвергают альтернативные медицинские методы, которые, несмотря на все заверения их сторонников, не могут вылечить рак или другие серьезные болезни. Но ведь с помощью эффекта плацебо можно уменьшить боль, дать пациенту надежду на продление жизни, обеспечить ему некоторую долю комфорта, причем не только психологического. Эффект плацебо проявляется слишком реально, вызывая благоприятные изменения в состоянии пациентов, и потому его использование в клинической практике вполне допустимо там, где это не вредит больному.

Подводя итоги, можно сказать, что эффект плацебо, несомненно, реален и наука, безусловно, когда-нибудь полностью расшифрует его механизмы. Как и у многих других явлений, у этого эффекта есть две стороны: он создает проблемы тем, кто оценивает реальную ценность вновь создаваемых лекарств, ставит врачей перед серьезными этическими проблемами. В то же время эффект плацебо может быть полезен и врачу, и пациенту даже при обычном медикаментозном лечении: ведь ожидание действия лекарства увеличивает фармакологическую реакцию на препарат.





# Задохнется ли Москва?

В.И.Цветков

*Если коррекция не будет сделана, коллапс в той или иной форме не только возможен, но и неизбежен, и может наступить еще при жизни сегодняшнего поколения.*

Д.Медоуз.  
За пределами роста

Предлагаю читателям решить простенькую арифметическую задачку: сколько кислорода ежедневно сжигает автотранспорт Москвы, если на полное окисление (сжигание) килограмма бензина или дизельного топлива уходит примерно три килограмма кислорода? (В Москве зарегистрировано три миллиона автомашин, каждая из которых за день потребляет в среднем три литра бензина.) Правильно, около 27 000 т (в весовом выражении), или 9 составов по 50 цистерн, в каждой цистерне 60 т жидкого кислорода. На машины пока хватает. А нам — для жизни?

В спокойном состоянии один человек в сутки тратит на дыхание приблизительно 2 кг (1,5 м<sup>3</sup>) кислорода; соответственно 12-миллионное население Москвы потребляет примерно в полтора раза меньше кислорода, чем все машины. Суммарное же потребление достигает 51 000 т.

На самом деле приведенный расчет очень приблизителен. Не все три миллиона машин каждый день на ходу, зато приезжают гости из других регионов; кроме людей и машин кислород потребляют энергетика и промышленность, городские животные, растения, процессы гниения и прочее.

Кроме того, через Москву проходят воздушные массы, а, судя по последним данным, полученным с помощью космической съемки поверхности Земли, количество растений — продуцентов кислорода — в средней полосе Евразии увеличивается. Однако при общем постоянстве газового состава атмосферы недостаток кислорода может возникать временно и локально. Над крупными городами образуются «тепловые купола», надвигающиеся свежие воздушные пото-

ки огибают их, и воздухообмен затрудняется. Тогда в воздухе городов наблюдаются застойные явления, как это было в Москве в конце августа — сентябре 2002 года.

Гипоксия, то есть недостаток кислорода, возможна в метро, на отдельных предприятиях, в помещениях с плохой вентиляцией. В Москве гипоксические условия уже наблюдали с 11 до 13 часов дня вдоль крупных автомагистралей города: там содержание кислорода в приземных слоях атмосферы падало с 20,9% до 18,6% (рис. 1).

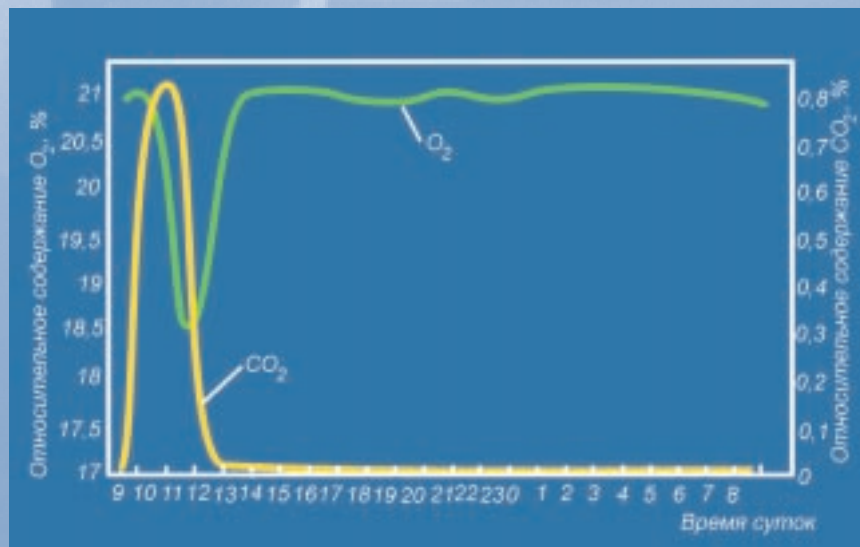
Локальная гипоксия пока не включена в число общегородских экологических проблем — я не нашел ее в современных сводках, в том числе по экологии Москвы. Исследовать ее сложно — ведь человек неплохо приспосабливается к вечно меняющимся атмосферным условиям. Однако здесь нужно сделать замечание: здоровый человек. Горцы с детства привыкают к гипоксии, а в альпинисты и летчики идут лишь здоровые люди с хорошими легкими и сердечно-сосудистой системой. Нормальный обыватель не должен принимать во внимание эти примеры стойкости. Сердечники, легочники, дистоники и прочие не совсем здоровые горожане, вероятно, более чувствительны к гипоксии.

Далее, при анализе дыхания людей в городе нельзя забывать и о других факторах (загрязняющих веществах, в частности, выхлопных газах), действии которых может взаимно усиливаться. В частности, при отравлении углекислым и угарным газом, окислами азота и другими токсичными соединениями потребление кислорода людьми резко возрастает. Опять же, при уменьшении количества кислорода в воздухе топливо сгорает не полностью, так что в выхлопе повышается содержание угарного газа.

Возможно, судить о пригодности городской атмосферы для жизни помогут особые методические подходы — скажем, мониторинг по оксифильным (требовательным к кислороду) организмам. Здесь есть интересные наблюдения.

Замечали ли вы, любезный читатель, что в городе резко уменьшилось количество крупных летающих насекомых? Тополиной моли, мух, комаров и других мелких насекомых, включая бабочек (у них тоже небольшое тело), скорее плавающих, чем летающих в воздушной среде, в городе по-прежнему сколько угодно. А вот крупных — стрекоз, больших жуков — давно уже нет. В ближайшем Подмосковье их много, да и в самом городе кое-где сохранились условия для их развития — растительные массивы и хорошо аэрируемые водоемы, богатые органикой. Крупным насекомым для полета нужно больше кислорода, чем мелким. Однако их органы дыхания — трубочки-трахеи, пронизывающие тело, — пассивны, они не могут активно прогонять воздух через себя. В среде с пониженным содержанием

Изменение концентрации CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> вблизи автомагистрали



кислорода оксифильные организмы не выживают. Конечно, относительная примитивность дыхательной системы — не единственная причина отсутствия крупных насекомых в загазованной Москве. Наверняка есть и другие, да и сама гипотеза о том, что атмосфера Москвы гипоксична для крупных насекомых, нуждается в проверке. Тем не менее факт налицо: даже в местах с повышенной биологической продуктивностью, например в районе музея-заповедника «Коломенское», где многие животные (особенно лимнофильные — способные переживать дефицит кислорода в воде) весьма многочисленны, крупных летающих насекомых нет.

«Ладно, — скажет критик-оптимист. — А растительные массивы?» Их немало в городе. Но опять-таки это не спасение, ведь, во-первых, мы одной рукой озеленяем, а другой — губим растительность солью и прочими антропогенными факторами, не прошедшими публичной экологической экспертизы. Во-вторых, и это важнее — Москва дышит не местным кислородом, а приносимым с воздушными массами. (Зимой фотосинтеза нет, а воздух в городе свежее — меньше пыли, да и скорость природных окислительных процессов понижена, а значит, меньше расход кислорода на них.)

Ну а как дело обстоит в других мегаполисах, с еще большим количеством автотранспорта? Здесь есть одно интересное наблюдение: большинство из них (Нью-Йорк, Токио, Лондон, Калькутта, Рио-де-Жанейро, Чикаго) расположено на берегах морей и океанов — крупных резервуаров чистого воздуха, постоянно подпитывающих эти города кислородом.

Загрязнений от автотранспорта и там хватает, но бороться с ними (и с локальной гипоксией) помогает географическое положение города. Кроме того, там установили более жесткие экологические требования к автотранспорту, а японцы достигли весьма обнадеживающих результатов в создании электромобилей, в то время как московское правительство собирается ликвидировать троллейбусы... Правда, на свете существует и Мехико — чемпион по задымленности, расположенный в гипоксичном среднегорье. Судя по сообщениям журналистов, там те же проблемы, что и в Москве.

А что же службы санэпиднадзора и медики? Первые молчат, возможно, потому, что привыкли считать постоянным содержанием кислорода в атмосфере и даже не пробовали измерять его содержание в городском воздухе. Во всяком случае, среди санитарно-гигиенических нормативов городской среды показатели парциального содержания основных газов не числятся и в сводки погоды не попадают. А врачи создают и внедряют специфические препараты поддержки кровоснабжения мозга в условиях гипоксии — ноотропил, гипоксен, кислородные коктейли и другие.

В последнее время все громче звучат голоса экологов, озабоченных проблемами городской среды. Для примера назову капитальную сводку по экологии Москвы. К сожалению, в ней не рассматриваются специально проблемы локальной гипоксии, фаунистических изменений в городе, а также умирания городской растительности. Тревогу бьют климатологи, да и сами автотранспортники. Мрачные фантазии о завоевании Земли роботами начинают воплощаться в город-



## А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

ских автомобилях, съедающих ресурсы (топливо, металл, кислород) и заполняющих среду обитания людей отходами своего метаболизма.

Использование любого достижения цивилизации должно разумно регулироваться. Судя по состоянию городских рекреационных зон, растительности Москвы и ее атмосферы, по ежедневным сводкам о положении на дорогах, попытки московского правительства регулировать автотранспортную проблему пока нельзя считать эффективными.

**И**так, даже весьма поверхностный анализ ситуации показывает: стоит задуматься над тем, реальна ли угроза гипоксии в Москве. Поскольку к недостатку кислорода наиболее чувствительны люди с большой системой кровообращения (склонные к инсультам, инфарктам, гипертонии, так называемые «метео-





## А ПОЧЕМУ БЫ И НЕТ?

чувствительные») и с большой дыхательной системой (астматики), эти категории москвичей пострадают от локальной гипоксии в первую очередь.

Стоит вспомнить, что наибольшие потребности в кислороде испытывают люди с повышенным обменом, в частности спортсмены. При реальной гипоксии высокие результаты в спорте также ждать не следует. И конечно, при дефиците кислорода становится непродуктивной или просто опасной деятельность, связанная с повышенными нагрузками на внимание и интенсивной мыслительной работой — операторов производств, диспетчеров движения, водителей транспорта. Скверно, когда за рулем засыпает или теряет внимание водитель, плохо, когда школьники со студентами хуже усваивают учебный материал. Нелишне вспомнить, что и зародыш человека требует для своего нормального развития оптимального кислородного режима.

Проблему решать надо. И в первую очередь — проводить капитальные исследования, для чего необходимо создать специальное научное учреждение, например Институт проблем экологии города. Иначе через 10–15 лет нам не хватит воздуха для ее решения, и она буквально «возьмет за горло» нынешних 40–50-летних астматиков, сердечников и аллергиков.

### Что еще почитать о воздушной среде в городе:

1. Ландсберг Г. Климат города. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 248 с.
2. Луканин В.Н., Ю.В.Трофименко. Промышленно-транспортная экология. М.: Высшая школа. Изд. МАДИ, 2001.
3. Цветков В.И. Проводы соленой зимы. «Известия», 21 марта, 2001.
4. Экология крупного города (на примере Москвы). М.: «Пасьева», 2001.

### От редакции

Предположение о том, что в Москве может наблюдаться гипоксия, выглядит странно. Средняя высота нашей столицы — 120 м, самые высокие точки едва превышают 200 метров над уровнем моря, а первые признаки горной болезни появляются, по разным данным, на высоте от двух до четырех тысяч метров над уровнем моря.

Могут ли автомобили настолько снизить содержание кислорода, чтобы его перестало хватать людям? Ни в одном институте Москвы, где занимаются составом атмосферы, нам не удалось найти специалистов, которые провели бы необходимые измерения и имели факты, а не предположения на этот счет. Вероятно, над этим просто не задумывались: у них и без того много проблем с загрязнением городского воздуха углеводородами, угарным газом, окислами азота, озоном. А рассуждать на эту тему, не имея фактов, рискованно: скорее всего, попадешь пальцем в небо. Автор и сам называет те обстоятельства, которые делают его расчеты весьма спорными.

И все же мы решили опубликовать эту статью. Вряд ли кто-то не согласится с тем, что в Москве и других крупных городах не всегда легко дышится, так что следить за составом воздуха нужно. Вот только проводить такие исследования по-настоящему сложно: требуется не только измерять содержание газов атмосферы, но и знать, где, как и что мерить. Для этого строят модель, в которой учитываются все основные источники поступления загрязнений или, в нашем случае, кислорода; основные пути и реакции, в которых эти вещества превращаются, расходуются, выводятся из системы. В нее, конечно, закладываются и метеорологические процессы: горизонтальные и вертикальные потоки воздуха. Для кислорода такая модель не построена.

Дадим небольшое дополнение к расчетам автора. Если перевести массу  $O_2$  в объем (это логично, ведь кислород в Москву не завозят цистернами), то получится, что автомобили за сутки сжигают  $2 \cdot 10^7$  м<sup>3</sup> кислорода. Это весь кислород из параллелепипеда со сторонами 1 км · 1 км · 0,1 км. Если загнать все зарегистрированные машины Москвы в закрытый гараж с габаритами 10 км · 10 км · 100 м и они там сожгут суточную дозу топлива, то за сутки содержание кислорода в гараже уменьшится на 1%. Площадь такого гаража (100 км<sup>2</sup>) уже сравнима с площадью Москвы (примерно 500 км<sup>2</sup>, если принять диаметр за

25 км). Правда, какой считать высоту Москвы, непонятно. При 100 метрах объем примерно равен 50 км<sup>3</sup>, или  $5 \cdot 10^{10}$  м<sup>3</sup>. Кислорода в таком объеме примерно  $10^{10}$  м<sup>3</sup>. Для того чтобы его содержание упало с 21 до 18,5% (при которых, по некоторым данным, начинается первая стадия гипоксии), нужно, чтобы машины затратили на окисление топлива  $10^{10}$  м<sup>3</sup> · 0,025 =  $2,5 \cdot 10^8$  м<sup>3</sup>. Для этого нужно машин всего в 5 раз больше, чем числится в Москве. Напомним, что все это относится не к открытой Москве, а к закрытому помещению с размерами, сравнимыми с размерами Москвы. Насколько уменьшается воздухообмен в безветренные дни, в какой степени тепловой купол мешается обмену воздуха, сказать трудно. Сомнительно, что на 90–100%, скорее — на проценты или доли процента.

О локальной гипоксии на улицах судить без измерений еще сложнее. Очень важную роль здесь играют микрорельеф, высота зданий, ориентация улиц, погода, количество машин и множество других факторов. Работы, проделанные в 1999 году специалистами МАДИ, по-видимому, никто не повторял, однако полученные ими данные (рис. 1) заслуживают внимания. Хорошо бы, чтобы кто-то еще проделал подобные измерения. Для этого требуется немного: автомобиль, портативный кислородомер с питанием от аккумулятора и несколько дней.

В Москве много больных, здоровью которых может угрожать снижение содержания кислорода. Насколько это опасно — судить врачам. Видимо, они должны понаблюдать за больными в больницах и сравнить их самочувствие с содержанием кислорода в воздухе. С учетом того, что городской воздух часто загрязнен окислами азота и угарным газом, которые снижают кислородную емкость крови, симптомы гипоксии могут наблюдаться при меньшем парциальном давлении кислорода во внешнем воздухе.

Вместе с тем не следует забывать, что заморенное состояние москвичей и других жителей крупных городов проще объяснить малоподвижным образом жизни, однообразными по структуре и недостаточными по объему движениями, эмоциональными и интеллектуальными перегрузками. Для того чтобы устранить или уменьшить эти факторы, не требуется создавать институтов и принимать государственных программ.







## С уважением к разложению



*Российские биологи из Института биохимии имени А.Н.Баха РАН разработали технологию, которая позволяет использовать микроорганизмы, чтобы производить биоразлагаемый полимер полигидроксibuтират. Выход полимера составляет около 80% от сухой массы бактерий-продуцентов. Полигидроксibuтират термопластичен, из него можно формовать пленки и нити, делать медицинские изделия, а также капсулы для семян с удобрениями и стимуляторами роста. В почве полимер полностью разлагается за один-два сезона.*

После использования товара по назначению его упаковка должна исчезать. Само по себе это не происходит, а горы мусора грозят завалить всю свободную землю, так что людям приходится учиться быстро перерабатывать или разрушать упаковку. Еще лучше, если она включится в естественные процессы разложения. Обычные полимеры, полиэтилен, полипропилен и полистирол — большая часть пластикового мусора — десятилетиями лежат на свалках или в мусорных кучах. Вот почему химики разрабатывают полимеры, которые разлагаются быстро и без дополнительных усилий.

Ученые из Института биохимии имени А.Н.Баха РАН подключили к производству биоразлагаемого полимера микроорганизмы. Бактерии рода азотобактер вырабатывают полимер полигидроксibuтират, который служит им запасным веществом. Он накапливается в таком количестве, что составляет более 80% от массы высушенных клеток. Азотобактерии охотно питаются отходами сахарной промышленности, а отходы от выращивания микробов, то есть культуральную среду и остатки клеток, после извлечения полимера можно выливать на поля — там они послужат удобрением и стимулятором роста растений. В общем, безотходная технология не наносит ущерба окружающей среде, в отличие от производства обычных полимеров.

Полигидроксibuтират термопластичен, то есть, размягчается при нагреве, и из него, как из привычного всем полиэтилена, можно делать пленки, вытягивать нити и штамповать разнообразные изделия. Годится он и для получения композитов — смешанных материалов. В воде полигидроксibuтират не растворяется, в отличие, например, от биоразлагаемого полимера из соевого белка, так что из него можно делать плащи, пленку для парников и прочие вещи, которые должны защищать от дождя или каким-либо иным образом соприкоснуться с влагой.

Кроме того, полигидроксibuтират — биосовместимый полимер, пригодный для изготовления хирургических нитей, пластин и пленок для покрытия ран, матриц для лекарств с регулируемой подачей. Ну и, конечно, пластик из микробов замечательно подходит для изготовления одноразовых упаковок, которые российские граждане обычно норовят бросить под куст.

Цепочки полигидроксibuтирата быстро разлагаются в почве. За четыре месяца пребывания в земле от кусочка пленки остаются лохмотья, а за два летних сезона он должен исчезнуть полностью, став пищей для почвенных микробов. Выращивая растения на полях, на собственной даче или в горшках на подоконнике, можно упаковывать семена и агрохимикаты в оболочку из полигидроксibuтирата, добавив в нее стимуляторы роста и микроэлементы. Тогда ценные вещества будут высвобождаться постепенно, питая растение в оптимальном режиме, а полимер подкормит микроорганизмы почвы.

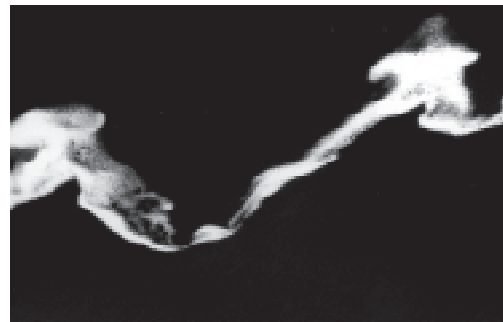
## Замена асбесту

*У нас асбест по-прежнему изготавливают в больших количествах, хотя Европа от него уже отказалась. Взять, к примеру, литье алюминия. На заводах промышленный алюминий делают с помощью асбестового термосиликата — именно на него льют расплавленный металл. А вот за рубежом для этих целей употребляют волластонитовые плитки, но, к сожалению, они достаточно дороги. Поэтому исследователи из РХТУ им. Д.И.Менделеева предложили для литья алюминия материал, по своим свойствам подобный термосиликату, однако приготовленный из нового материала, сделанного российскими химиками: экологически чистого гидросиликата кальция.*

К волокнам гидросиликата добавляют природный кристаллический волластонит в виде мелких кристаллов-иголок, затем смесь обжигают и получают материал — замену асбесту. Расплавленный алюми-

ний такой материал не смачивает, для окружающей среды он безвреден, поэтому в алюминиевом производстве имеет большую перспективу применения. К тому же его вполне можно употребить как наполнитель для пластмасс, лаков и красок и даже делать из него тормозные колодки.

И все же ключевую роль в изобретении такого нужного для производства алюминия материала сыграли именно кристаллы гидросиликатов кальция. На кафедре общей технологии силикатов под руководством Н.С.Никоновой отработали способ его производства: нитевидные белые кристаллические волокна получают в реакторе, при повышенном давлении насыщенного водяного пара. Сначала берут технический оксид или гашеную известь и смешивают с диоксидом кремния в виде тонкомолотого кварцевого песка либо аморфного природного кремнезема, или трепела. Однако здесь могут пригодиться и такие промышленные отходы, как микрокремнезем, и даже зола, которую получают при отжигании рисовой соломки. Это важно для тех мест, где выращивают рис. Эту смесь варят приблизительно при двухстах градусах до получения нужного минерального состава. Затем продукт из реактора выгружают и фильтруют. В зависимости от времени варки получают порошок белого цвета, который используют как наполнитель бумаги, полимеров, резин, либо кристаллический минерал в виде тоненьких волокон. Если требуются особо прочные плиты из нитевидных кристаллов гидросиликата кальция, то волокна варят повторно в автоклаве, это при-



дает материалу прочность. В результате получают нужный легкий (объемная масса материала в десять раз меньше массы воды), негорючий материал, имеющий высокие тепло- и звукоизоляционные свойства. Белоснежный, плавает по воде, вдобавок, как уже говорилось, экологически чистый. Из нитевидных кристаллов выходят прекрасные электроизоляционные и уплотнительные материалы, материалы для фильтрации биологических препаратов, вакцин или сывороток. С их помощью можно очищать различные жидкости от примесей и даже удалять с поверхности воды нефтяные загрязнения.



# Растительные СМОЛЫ

Кандидат фармацевтических наук  
**В.М.Сало**

**М**инеральные ресурсы постепенно истощаются, и человечество скоро будет вынуждено вновь обратиться к использованию возобновляемых ресурсов: растений, животных, микроорганизмов. Поэтому не стоит забывать, как именно человек применял растительные продукты: со временем история может превратиться в воспоминание о будущем. Вещества, о которых пойдет речь в статье, в недалеком прошлом играли важную роль в жизни человека, но сейчас, благодаря успехам современной химии и технологии, утратили былое значение. Не стоит забывать об этих ценных дарах природы, которые она до поры до времени хранит в своих кладовых.

## Живица и смола

Многие, конечно, наблюдали, как из трещин или ран на сосне вытекает густая янтарного цвета жидкость — живица. Через некоторое время капельки живицы становятся твердыми, и их уже называют сосновой смолой. Что же происходит? Почему живица твердеет? Попробуем ответить на эти вопросы.

Начнем со смолы. Растительные смолы — это сложные смеси различных индивидуальных веществ, еще недостаточно изученные. Компоненты смол нелетучи и поэтому не пахнут. И все же, несмотря на разнообразие химического состава, у смол есть общие характерные свойства, которые и позволили выделить их в особую группу природных продуктов. Смолы представляют собой твердые аморфные, то есть не имеющие кристаллической структуры, вещества. В связи с этим у них нет одной, ограниченной узким интервалом, температуры плавления. Плавление смол начинается при более низкой температуре, а заканчивается

при более высокой — разница иногда составляет несколько десятков градусов. Смолы нерастворимы в воде, но растворяются или набухают в органических растворителях. На поверхности твердых тел, смоченных раствором смолы, после испарения растворителя остается блестящая пленка. Есть у смол еще одно интересное свойство. Их молекулы связаны между собой не химическими связями, а межмолекулярными силами сцепления, которые легко нарушаются при нагревании или растворении. При этом на поверхности растворов или расплавов появляются свободные, не связанные между собой молекулы смоляных компонентов с большим запасом свободной энергии. За счет этой энергии они могут захватывать и удерживать молекулы других веществ, которые приближаются к поверхности раствора или расплава. Вот почему растворы или расплавы смол липкие.

А теперь вспомните живицу: она тоже очень липкая, пока свежая, но стоит ей застыть и превратиться в смолу, как это свойство в значительной степени теряется. Значит, живица — это раствор сосновой смолы? Именно так. Смолы прекрасно растворяются в эфирных маслах, и эти растворы принято называть бальзамами. В такой форме смолы и содержатся в растениях. Со временем эфирное масло улетучивается, живица твердеет, превращается в смолу и становится не очень липкой, хотя небольшое количество эфирного масла в ней все же остается.

В состав смол входят смоляные кислоты, смоляные спирты, их эфиры и вещества еще не выясненной природы, известные под названием резены. У смоляных кислот и спиртов состав сложный, и строение установлено пока не для всех. Примером может служить абиетиновая кислота  $C_{20}P_{30}O_2$ , формулу (1) которой установил известный чешский химик Ружичка в 1941 году.

Обращает на себя внимание то, что в молекуле абиетиновой кислоты есть сопряженные двойные связи, характерные для многих других смоляных кислот и спиртов. Поэтому смолы легко окисляются кислородом воздуха, а в окисленном состоянии становятся необыкновенно стойкими к действию факторов внешней среды. Известная ископаемая смола янтарь лежала в земле не один десяток миллионов лет, однако сохранилась почти в неизменном виде.

Удивительное долголетие смол объясняется также угнетающим действием на микрофлору, которая, с одной стороны, не может использовать их как пищевую субстрат, а с другой — гибнет под воздействием бактерицидных свойств смолы. Эти свойства могут сохраняться на протяжении тысяче-



тий, о чем свидетельствует эксперимент профессора Ф.В.Хетагуровой. Она исследовала бактерицидное действие кусочка просмоленной ткани, пролежавшей в гробнице фараона около трех тысяч лет, и нашла, что смоляная пропитка все еще подавляет жизнедеятельность бактерий.

Мы уже говорили о том, что смолы в растениях содержатся в виде бальзамов — растворов в эфирном масле. На воздухе оно испаряется, и жидкий бальзам превращается в твердую смолу. Однако при этом улетучивается не все эфирное масло. Часть его остается в смоле неопределенно долгое время. Даже в янтаре, пролежавшем десятки миллионов лет в земле и ставшем твердым, как камень, содержится около 6% эфирного масла. Полностью его можно удалить из бальзама или смолы только перегонкой, то есть нагреванием до высокой температуры.

Ко всему сказанному можно добавить, что смолы плохо проводят электричество и служат хорошими изоляторами. Но это другая тема.

## Победа над храмовой болезнью

Ну а теперь, после краткого описания физико-химических свойств смол и бальзамов, перейдем к знакомству с отдельными представителями этого класса растительных веществ. В энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона упоминается 44 вида смол и бальзамов, которым человек находил разное применение. Это аммонияк, ассафетида, бделий, гальбан, гуммигут, даммара, канифоль, копал, копайский бальзам, ладан, мастикс, мирра, перуанский бальзам и другие. Многие из них использовали в медицине, но лишь некоторые сохранили свои позиции в современном арсенале лекарственных средств. Растительные смолы обладают антимикробным действием, однако нерастворимы в воде, что затрудняет их применение в медицинской практике. Поэтому, когда были

получены растворимые в воде противомикробные препараты (фенол, сульфаниламиды), а затем антибиотики, от использования смол и бальзамов отказались.

А между тем именно с помощью смол человек впервые научился бороться с инфекционными болезнями. Произошло это в Древнем Египте, где были построены первые храмы. Они были еще невелики по размерам, люди, принимавшие участие в богослужении, теснились и легко подхватывали инфекционные заболевания. Участники церемоний нередко погибали. Болезнь назвали храмовой. Она вселяла страх перед храмами и грозила тяжелыми последствиями для религии. Жрецы успешно решили эту проблему. Они выяснили, что если храмы наполнять благовонием, достойным обоняния богов, то приходят в хорошее расположение духа и перестают насыпать на людей болезни. Так жрецы, сами того не ведая, открыли способ дезинфекции помещений.

Облагораживали воздух храмов сжиганием ладана — смолы, которая выделяется из трещин или надрезов коры низкорослого ладанного дерева (*Boswellia carterii*). По внешнему виду эта смола очень похожа на сосновую, но отличается от нее по составу. Произрастают ладанные деревья в Восточной Африке и Юго-Восточной Аравии. Деревья со смолой, напоминающей ладан, произрастают также в Южной Америке — они принадлежат к тому же семейству бурзеровых, к которому относятся и африканские ладанные деревья. При сжигании ладана на углях из него испаряется эфирное масло. Наполняя воздух помещений, оно убивает микробов и тем самым пресекает распространение инфекционных заболеваний.



## ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

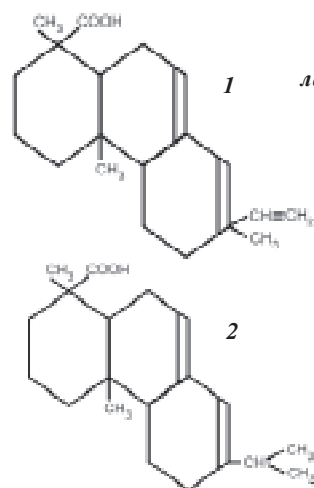
### Смола хвойных деревьев

И все-таки ладан был не первой смолой, которую люди приспособили для своих нужд. Как показало изучение археологических находок, сосновую смолу начали использовать еще раньше. С ее помощью первобытные люди укрепляли каменные наконечники стрел и каменные зубья серпов на деревянных рукоятках. Впоследствии сосновая смола стала играть большую роль в жизни людей.

Мы уже знаем, что сосна заливает свои раны и трещины особой вязкой жидкостью — живицей. Она препятствует проникновению бактерий, которые не прочь попользоваться питательными веществами дерева. Живица выделяется не только на соснах, но и на стволах и ветвях других хвойных пород: ели, лиственницы, пихты. Поначалу жидкая, живица со временем застывает, превращается в смолу, долгое время сохраняя полутвердую консистенцию. Это объясняется тем, что в застывшей живице остается небольшое количество эфирного масла.

Живица образуется в наружных слоях древесины, называемых заболонью. Вырабатывают ее клетки эпителиального слоя, выстилающего смоляные ходы древесины. В разных странах живицу получают из различных видов сосны. Так, в Северной Америке используют болотную сосну, во Франции, Италии и Испании — сосну приморскую, в Австралии — сосну черную, в Индии — сосну длиннохвойную. У нас в стране живицу получают из сосны обыкновенной, *Pinus silvestris* L. В небольших количествах ее добывают также из различных видов пихты и из лиственницы. В эпоху парусного флота много живицы добывали из ели — она шла на смоление канатов. За год одна сосна может дать несколько килограммов живицы. Больше всего ее дает крымская сосна — около 15 килограммов.

Добывают живицу путем подсочки живых деревьев. За 4–5 лет до их рубки в нижней части ствола делают косые канавки-карры, по которым живица стекает в чашечки-приемники, откуда ее время от времени забирают. На гектар лесной площади закладывают в среднем 400 карр, дающих 150–300 килограммов продукта в год. Ко-



1  
Ветка  
ладанного  
дерева





личество и даже качество живицы зависит от предшествующей зимы и места произрастания дерева. Знаменитый древнегреческий ботаник Теофраст писал по этому поводу следующее: «Если зима умеренная — смолы будет много, и хорошей, если зима суровая — смолы мало, и она хуже. Самую лучшую смолу получают с мест, залитых солнцем, смола из тенистых мест темна и горька...» Современные специалисты вполне разделяют это мнение отцы ботаники.

Подсохшую на дереве смолу в Сибири называют серой и с незапамятных времен используют как жвачку. Обладая бактерицидными и клеящими свойствами, смола очищает зубы от остатков пищи и дезинфицирует полость рта. Наиболее пригодной для жевания считается душистая и вязкая листовичная смола. Выдающийся ученый и путешественник, академик П.С.Паллас, посетив Сибирь около двухсот лет назад, писал по этому поводу: «Сию отменным образом изнутри смолкового дерева проистекающую сладковатую камедь вогуличи и другие сибирские народы, по лесам обитающие, жуют почти беспрестанно и в великом количестве, яко питательное и противоязготное снадобье... Оные вогуличи уверяют, что она утоляет жажду, укрепляет зубы и чистит». Эта традиция не забыта и ныне. Серку жевательную с кедра, то есть кедровой сосны, продают в некоторых лавках оздоровительных товаров.

Живица содержит 30–35% эфирного масла (скипидара) и до 65% смолы (канифоли). Давно минуло то время, когда живицу использовали главным образом для смоления корабельных канатов. Она, а точнее продукты ее переработки, скипидар и канифоль, стали играть важную роль в промышленном производстве, и по мере возрастания индустриальной мощи страны стремительно росла добыча живицы. В этом легко убедиться, посмотрев на таблицу.

Таблица

**Производство живицы в Советском Союзе**

Год	Производство живицы, т
1926	413
1927	1728
1928	8310
1929	15270
1930	32838
1931	46811
1932	48831
1933	51124
1970	240000

Еще древние люди заметили, что при перегонке живицы можно получить два продукта: нелетучую смолу и летучую

составляющую — то, что мы называем скипидаром. Оживленная торговля сосновой смолой, в которой нуждались древние кораблестроители, велась в малоазиатском городе Колофане, в честь которого сосновая смола была названа канифолью.

Канифоль представляет собой прозрачные куски от светло-желтого до буроватого цвета, иногда бесцветные. Она не летуча, эфирного масла не содержит и поэтому не пахнет. В химическом отношении представляет собой смесь главным образом следующих кислот: абиетиновой, пимаровой (формула 2), декстриновой и сапиновой, близких по составу и строению. Как и все смолы, канифоль при нагревании или в растворах клейкая, однако ее клеящие свойства проявляют себя и при механическом трении каких-либо предметов о ее поверхность. При прекращении трения, что очень важно, эти свойства исчезают. Такое поведение канифоли сделало возможным изобретение скрипки. Если смычок скрипки не натереть этой смолой, он не сможет извлекать из натянутых струн те волшебные звуки, за которые ее прозвали царицей музыки. Канифоль помогает не только скрипачам, она обеспечивает надежное сцепление с полом пуантов балерины и обуви боксеров.

Приведенными примерами далеко не ограничивается применение канифоли. В настоящее время ее используют в 70 отраслях промышленности. А в начале 30-х годов канифоль дала возможность решить одну очень важную проблему. До этого во всем мире в качестве лаков, устойчивых к воздействию атмосферных условий, применяли в основном копаловые. Ими покрывали кузова автомобилей, железнодорожных вагонов, их использовали в судостроении и других отраслях промышленности. Для изготовления стойких лаков приходилось импортировать большое количество копала — ископаемой смолы, потребность в которой возрастала по мере промышленного развития страны. И вот в 1930 году ученые получили искусственный копал путем взаимодействия канифоли с фенолальдегидной смолой. Появление лака на синтетической смоле привело к резкому снижению потребности в природном копале.

Проблема копала — это только одна из ряда важных проблем, решить которые удалось с помощью канифоли. Еще одна возникла, когда началось производство «лампочек Ильича». Для их изготовления требовался надежный и дешевый клей, пригодный для прочного соединения стеклянного баллона с металлическим цоколем. Было предложено множество составов, но все они оказались малоприспособными. Хороший клей получили только после того, как в рецептуру ввели канифоль.



2  
Кусок ископаемого дерева

*Нутепаеа verrucosa среди наплывов копала. В древесине видны ходы личинок жуков-древоточцев. Размер образца — около 4,5 дюймов. Найдено в Танзании. Американский музей естественной истории*

С расширением области применения канифоли потребность в этом продукте быстро возрастала. Нужда в ней особенно увеличилась с середины 40-х годов прошлого столетия. Окончилась Вторая мировая война, многие отрасли промышленности переключились на выпуск потребительских товаров, которые выпускали в красивой бумажной или картонной упаковке. Изготовление упаковки стало важной отраслью производства. При его организации пришлось столкнуться с трудностями, одна из которых заключалась в подборе подходящих клеящих материалов. Они должны были не бояться гнили и воды и, что очень важно для массового производства, мгновенно высыхать. Ни один из известных в то время клеев, ни крахмал, ни декстрин, ни клеи на альгиновой и пектиновой основе не удовлетворяли всем требованиям. Поиски подходящего клея заставили ученых, как и в предыдущем случае, вспомнить про канифоль. На ее основе были получены принципиально новые клеи, не содержащие растворителя, — клеи-расплавы.

Неудивительно, что производство канифоли росло быстрыми темпами. В 1972 году в СССР было произведено 127 950 т канифоли, а в 1974-м — уже 163 414 т.

**Ископаемые смолы**

А теперь поговорим об ископаемых смолах, которые возникли многие миллионы лет тому назад. Самая известная из них — янтарь. Он образовался из живицы, выделявшейся на стволах сосны янтароносной, предка современной сосны. Пятьдесят миллионов лет тому назад ныне холодные берега Скандинавского полуострова омывали воды теплого моря. Совершенно другими были здесь климат и флора. На полуострове буйствовал пышный субтропическая растительность. Гигантские пихты и сосны, дубы и буки, магнолии и кипарисы не дошедших до нас

видов составляли леса Скандинавии в ту отдаленную эпоху. Частые бури выворачивали из земли лесных великанов. Падая, они ломали стволы и ветви своих соседей, а на месте изломов вытекала живица, заливая раны. Судя по весу некоторых кусков янтаря, достигавших 6–10 килограммов, истечение живицы было весьма обильным. Она становилась ловушкой для насекомых, которые оказывались заживо погребенными и надежно забальзамированными (см. 3-ю стр. обложки).

Самые богатые месторождения янтаря находятся в Прибалтике, куда кусочки солнечного камня переместились в ходе геологических катаклизмов. Несмотря на то что добыча янтаря, как считают ученые, началась пять или шесть тысяч лет назад, его запасы еще далеки от истощения: они оцениваются в пять миллионов тонн. Добываемый в Прибалтике янтарь представляет собой округлые куски разнообразной формы. Разнообразна и его окраска — от белой и светло-желтой до темно-бурой и даже красной. В воде янтарь не растворяется, но немного растворяется в спирте, жирных и эфирных маслах. При температуре около 300°C янтарь начинает плавиться. В его состав входят сукцинабиетиновая кислота  $C_{80}H_{12}O_3$  (26%), сукцинорезитол  $C_{12}H_{19}OH$  (65%), эфирное масло (5%), янтарная кислота (3–8%) и некоторые другие соединения (см. статью о целебных свойствах янтарной кислоты в «Химии и жизни», 2000, №5).

Янтарь легко обрабатывается и полируется даже зубным порошком. Отполированный, он своим блеском напоминает драгоценные камни, а редкая среди минералов золотистая окраска придает ему особую, солнечную теплоту.

## Лаки

Издавна смолы применяли для получения лаков. В Древнем Египте лак был известен за несколько веков до нашей эры. Однако в наследии, доставшемся Европе от культуры древнего мира, способ приготовления блестящего покрытия был утрачен, и его пришлось изобретать вновь. Историки утверждают, что это сделал в XII веке немецкий монах Теофил. Он научился с помощью особой жидкости придавать различным предметам приятный для глаза блеск, а краскам — необыкновенную яркость и глубину тонов. Производство лака, организованное при монастыре, приносило братии хороший доход и потому сохранялось в строгой тайне. Однако монополия монахов продержалась недолго. Сравнительно несложный секрет его производства становился известным все более широкому кругу людей. Из тишины и мрака монастырских ке-

лий оно переместилось в мастерские кустарей, а затем стало мощной отраслью лакокрасочной промышленности. Секрет монахов заключался в том, что смолу растворяли в органических растворителях: спирте, скипидаре, жирных маслах. После испарения или полимеризации (в случае жирных масел) растворителя смола распределяется тонким слоем по поверхности предмета, сообщая ей красивый блеск.

Лаки нашли применение в живописи масляными красками, в производстве эмалевых красок, ими покрывали мебель и кареты. А когда конный транспорт стал вытесняться паровым и автомобильным, лакировать начали железнодорожные вагоны и автомобили. В массовом производстве лаков использовали такие природные смолы, как копал, даммару, шеллак и некоторые другие.

## Копал

Копалом или копалами называют смолы различного происхождения со сходными свойствами. Своей твердостью они напоминают янтарь, но непрозрачны и имеют темную окраску. Деревья, дающие копаловые смолы, произрастают в Африке, Южной Америке, на Зондских, Филиппинских и Молуккских островах. Они относятся к растительным семействам цезальпиниевых, диптерокарпениевых и некоторым другим. Во многих районах Африки деревья вырабатывают смолу копалового типа. В почве, на которой произрастают эти леса, накопились многие тысячи тонн копала. Ископаемый копал и служил в прошлом основным сырьем для производства лака. Кроме того, копаловые смолы в большом количестве шли на производство сургуча, потребность в котором быстро возрастала по мере развития почтовой связи и грузовых почтовых перевозок. Пропорционально потребности росло и производство копала. В конце XIX века в Восточной Африке добывали 1000 тонн ископаемого копала, в Западной Африке — 3000 тонн, несколько тысяч тонн копаловой смолы давали деревья в Южной Америке, на Зондских, Молуккских и Филиппинских островах. Сейчас копаловый лак используют главным обра-

зом в живописи и в реставрационном деле. Им покрывают свои шкатулки палехские и федоскинские мастера.

В состав копаловых смол входят трахилловая кислота, изотрахилловая кислота, резины состава  $C_{41}H_{86}O_4$  и  $C_{25}H_{38}O_4$  и около 9% эфирного масла.

## Шеллак

Это особая смола растительно-животного происхождения. Ее и донные используют в производстве прочных и стойких лаков. Шеллаковые лаки дают тонкую и влагоустойчивую пленку. Получают шеллак из растений нескольких семейств, произрастающих в Азии (в Индии, Шри-Ланке, Индонезии и других странах), так что это не столь уж редкий и дорогой продукт. О происхождении шеллака существует несколько мнений. По-видимому, самое верное из них такое: когда самка лакового червеца *Tachardia lacca* (раньше его называли *Coccus lacca*) кусает молодые побеги растения, начинает обильно выделяться вязкий сок, который насекомое поглощает и тут же выделяет вновь. Эти выделения смешиваются с вытекающим соком. Образуется смесь, обволакивающая насекомое и создающая среду, в которую оно откладывает яички. К тому времени, когда из яичек разовьется молодежь, смесь застывает в смолу, но насекомые все же успевают покинуть свой роддом. После этого смолу собирают, отрывая ее кусочки от ветвей и стволов. Собранный материал плавят, фильтруют, чтобы очистить от механических примесей, и в расплавленном виде наливают на металлические листы, где она застывает в тонкие, хрупкие пластинки.

Шеллак используют для приготовления высококачественных мебельных лаков и политур, в ювелирном деле — для склеивания металлов. Его добавляют в виде порошка к фейерверочным составам, чтобы замедлить сгорание массы, это один из основных материалов для приготовления сургуча и некоторых специальных мастик.



# Разные разности

Выпуск подготовили

О.Баклицкая,  
М.Егорова,  
А.Ефремкин,  
Е.Сутоцкая

**Н**а лондонской конференции по применению нанотехнологий в борьбе с преступностью Р.Кауберн из Университета Дарем (Великобритания) представил новый способ защиты продукции. Он предложил вводить в полоски штрих-кода на упаковке товара частицы пермаллоя — сплава никеля и железа.

Метод похож на защиту с помощью электронных схем: у каждого штрих-кода свое расположение магнитных частиц и, следовательно, свое уникальное магнитное поле, которое можно измерить, записать и удостовериться в том, что штрих-код не поддельный.

Чтение штрих-кода, модифицированного магнитными частицами, происходит очень просто. Свет неодинаково взаимодействует с разными магнитными полями, так что по отражению поляризованного света лазера можно определить магнитные свойства штрих-кода. Считанная информация заносится в базу данных для каждого отдельного номера. Если информация в базе уже есть, сканер сравнивает ее с полученной и делает вывод о подлинности изделия. Проверка занимает несколько секунд.

Желаемую конфигурацию магнитного поля невозможно создать по заказу, поэтому, чтобы обмануть систему, взломщикам необходимо проникнуть в базу данных. Перенос настоящих штрих-кодов на фальшивые товары можно исключить, если печатать их на материалах, которые не сохраняют магнитную структуру при подделке.

Кауберн надеется продать систему финансовым учреждениям, например, для использования в страховых сертификатах, или производителям автомобилей для гарантирования подлинности запчастей. Сканер и база данных умещаются в коробке размером с плейер, так что инспекторы могут устраивать проверки на месте («Nature News Service», 2003, 30 октября).

**С**отрудники Университета Райс в Хьюстоне (штат Техас, США) создали золотые «нанопули» — крошечные частицы кремния, покрытые золотой оболочкой. При облучении ближним инфракрасным светом они нагреваются и убивают клетку, в которой находятся. Испытания показали, что метод очень эффективен, не требует хирургического вмешательства и совершенно безвреден. Исследователи уверены, что с его помощью можно будет лечить и маленькие необнаруженные метастазы: пули, если ввести их в кровь, сами найдут путь к раковым клеткам.

Живые клетки пропускают свет в инфракрасном диапазоне, а золото, покрывающее кремний, само по себе инертно. Ядро пули, частица непроводящего кремния диаметром около 110 нанометров, снаружи покрыто слоем золота толщиной 10 нм. Когда ученые поместили пули вместе с раковыми клетками и включили инфракрасный лазер, все клетки погибли. Однако никаких изменений в жизнедеятельности клеток не было, если применялись только пули или только лазер. Препарат был проверен на мышах — его вводили в опухоль и облучали лазером. Через несколько дней опухоль исчезала.

Лечение основано на том, что при температуре выше 55°C клетка погибает от изменений в мембране. В нормальном состоянии внутренний состав клеток контролируется очень жестко; если же нагреть мембрану, в клетку смогут проникать любые вещества, и она погибает.

Для доставки пуль к раковым клеткам авторы предлагают прикреплять их к антителам, которые соединяются только с этими клетками. Ведутся переговоры о проведении клинических испытаний. Но пока речь идет только о больных с крайне тяжелой формой рака легких — мезотелиомой («New Scientist», 2003, 4 ноября).

**У**ченые из университета Британской Колумбии в Ванкувере (Канада) Б.Уилсон и его коллеги обнаружили, что селедки издают звуки, несвойственные другим представителям этого отряда. Обычно, желая привлечь потенциального партнера, рыбы похрюкивают и жужжат, раздувая и спуская плавательный пузырь. Звук, который производят селедки, весьма странный и очень высок. Поначалу исследователи и его приписали деятельности плавательного пузыря, но вскоре заметили, что по времени он точно совпадает с появлением пузырьков воздуха из заднего прохода, и пришли к выводу, что его источник — именно эта струя воздуха.

Неполадки с пищеварением тут ни при чем, и еда никоим образом не влияла на испускание пузырьков. Не были они и сигналом опасности. Исследователи остановились на том, что это средство общения. Во-первых, сельдь издает тем больше звука, чем больше рыб находится рядом с ней. Во-вторых, особенно шумят они в темноте, то есть звук, скорее всего, позволяет им определить местонахождение друг друга, когда они не могут ничего увидеть. И наконец, звук такой частоты не слышит ни одна другая рыба, в том числе хищная, и общаться таким образом можно, не опасаясь, что кто-то подслушает и нападет.

Уилсон подчеркивает, что данное предположение — пока только гипотеза. Специалист по водной акустике из университета в Онтарио Д.Хиггс находит ее удивительной и интересной, в первую очередь потому, что это первый случай, когда рыбы используют для общения высокочастотные звуки («New Scientist», 2003, 5 ноября).





**П**алеонтолог Л.Хлуско из Иллинойского университета считает, что древние люди уже заботились о гигиене рта: они пользовались зубочистками.

На зубах ископаемых останков человека, которым около 1,8 миллиона лет, были обнаружены изогнутые выемки. Такие следы могли появиться, только если зуб регулярно очищали стебельком травы. Современные зубочистки не оставляют следов, но стебли травы действуют иначе, чем деревянные палочки, поскольку содержат больше твердых, шлифующих частиц. Доктор Хлуско полагает, что именно стебли могли оставлять отметки шириной 1,5–2,6 мм. К тому же они всегда были под рукой, их не надо было выстругивать из щепки.

Считается, что древние люди начали пользоваться зубочистками, когда у них болели десны и они пытались облегчить боль. Автор работы проследила, как размочаливается травинка между зубами бабуина и современного человека. В обоих случаях на зубах остались отметины, практически идентичные тем, которые видны на зубах ранних гоминид. «Чистка зубов стебельком травы — это, возможно, самая постоянная привычка человека», — говорит Хлуско.

Зубочистки были популярны уже в древних Китае, Японии, Индии, Иране. Их делали из мастикового дерева, золота и серебра («BBC News», 2003, 6 ноября).



**М**оногамия редко встречается у амфибий, но она, несомненно, присуща красноспинным саламандрам. До сих пор никто не знал, как поддерживаются подобные взаимоотношения, однако Э.Прозен и его коллеги из университета Луизианы, кажется, нашли ответ: партнеры бывают сурово наказаны за измену по возвращении. Самцы множества видов животных наказывают самок за легкое поведение, однако у изученного вида земноводных самки не остаются в долгу. Это вовсе не трудно, так как они не уступают в размерах самцам.

Для того чтобы спровоцировать одних самцов на неверность, в то время как другие были лишены такой возможности, Прозен поймал несколько «официально зарегистрированных» пар саламандр и рассадил их в контейнеры так, что в некоторых оказались представители одной семьи, в других — разных. Ученому интересно было поглядеть на реакцию самок.

Оказалось, что представительницы слабого пола враждебно относились к партнеру, который провел время с другой, они принимали угрожающие позы и иногда даже дрались. «Они похожи на женщин, которые со скалкой в руке поджидают загулявшего мужа», — говорит Прозен. Скорее всего, так самки саламандр борются за моногамию.

Как они узнают об измене? По феромонам соперницы, которые прилипают к шкурке партнера. Это то же самое, что следы губной помады на рубашке. Самки ревностно защищают свою территорию от вторжения незваных гостей, но совершенно безразличны к запаху феромонов чужой самки, исходящему от незнакомого «мужчины».

Самцы редко помогают своей половине ухаживать за потомством, поэтому остается тайной, почему супруга так держится за своего партнера. Вероятно, боится появления на той же территории другого семейства, которое будет оспаривать еду и убежище, предполагает Прозен («Nature News Service», 2003, 21 ноября).

**Т**араканы с годами перемещаются хуже из-за проблем с суставами, выяснили американские специалисты.

А.Ридгел и ее коллеги по университету в Кливленде обратили внимание, что, достигнув почтенного возраста, представители дискообразных тараканов *Blaberus discoidalis* тратят на передвижение. Когда насекомых посадили на миниатюрную бегущую дорожку, выяснилось, что 60-недельные тараканы совершают примерно вдвое меньше шагов в секунду, чем однонедельные особи. У стариков спотыкающаяся походка, их передние ноги цепляются за вторую пару конечностей, нередко они переворачиваются вверх ногами.

Происходит это потому, что сочленения их ног теряют гибкость. Труднее становится и брать препятствия: когда подопытных тараканов заставляли взбираться по дощечке, наклоненной под углом в 45°, с заданием не справились 58% процентов насекомых. Существует способ помолодеть на краткое время, то есть начать двигаться с прежней и даже большей скоростью, но он чудовищен, даже применительно к тараканам: лишившись головы, они проявляют невероятную резвость.

Ранее предпринимались попытки изучить старение пчел и мушек дрозофил. Но столь детальное исследование проведено впервые («Journal of Experimental Biology», 2003, т.206, с.4453).



**А**мериканские ученые впервые обнаружили у юной звезды протопланетарный диск с провалом в центре — свидетельство рождения будущей планеты. Открытие состоялось благодаря использованию новой техники — так называемого ноль-интерферометра.

Зарождающуюся планетарную систему обнаружили астрономы Ф.Хинц и В.Лиу из университета Аризоны в США. «Мы не только подтвердили гипотезу, что юные звезды имеют протопланетарный диск, но и нашли свидетельства того, что в нем образуется гигантская протопланета наподобие Юпитера», — говорит В.Лиу. Исследователи считают, что молодая звезда HD 100546, удаленная от Земли на 330 световых лет, находится на пике превращения в звезду главной последовательности (то есть сжигающую, подобно Солнцу, водород в своих недрах).

В инфракрасном участке спектра Хинц и Лиу увидели у звезды пылевой диск. Заглянуть через космическую пыль в центр звезды помог единственный в мире ноль-интерферометр VLINC. Пылевой диск молодой звезды светится почти так же ярко, как и она сама. Новая техника позволяет подавить свет, идущий от звезды, и разглядеть только изображение диска. Обычно пыль в нем распределяется равномерно, образуя сглаженное орбитальное облако из вещества, горячего внутри и более холодного снаружи.

«Мы увидели диск и при длине волны в 10 микрон, и в более холодном 20-микронном диапазоне. Такое может быть, только если внутри диска есть провал», — говорит Хинц. Скорее всего, он образуется из-за гравитационного поля гигантской протопланеты, в несколько раз массивнее Юпитера («SpaceRef», 2003, 12 ноября; <http://planetquest.jpl.nasa.gov/>).

# Учитель в роли ученика

И.А.Леенсон



## ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

«— Г-голубчики, — сказал Федор Симеонович озадаченно, разобравшись в почерках. — Это же n-проблема Бен Б-бецалеля. К-калиостро же доказал, что она n-не имеет p-решения. — Мы сами знаем, что она не имеет решения, — сказал Хунта, немедленно ощетиниваясь. — Мы хотим знать, как ее решать».

А.Н., Б.Н.Стругацкие.

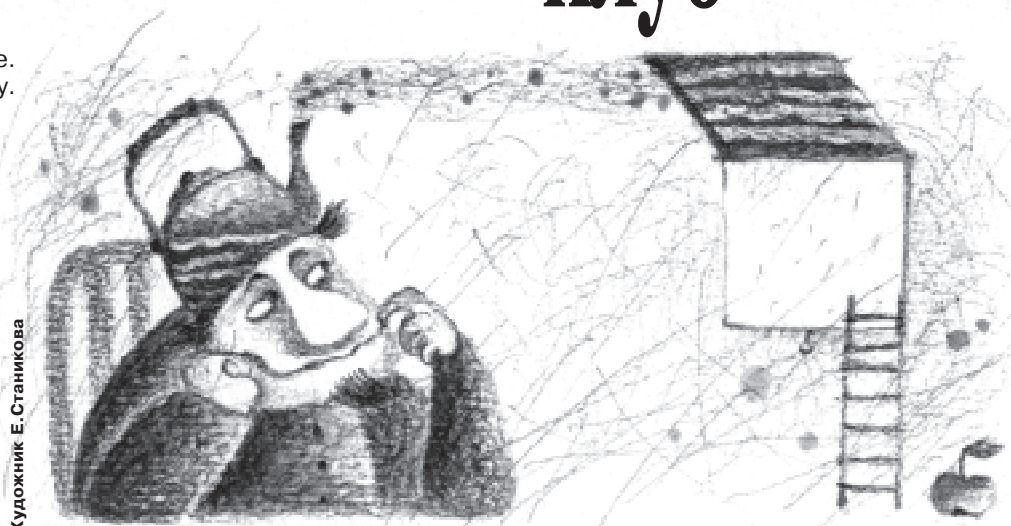
Понедельник начинается в субботу.

Ученый-исследователь в любой области науки постоянно встречается с задачами, ответа на которые он не знает. Решения многих задач вообще не знает никто, и даже неизвестно, существует ли такое решение. В этом и заключается предмет научного поиска — пытаться, если говорить высокопарно, найти ответы на вопросы, поставленные Природой, или, проще говоря, открыть что-то новое.

А возможен ли научный поиск в преподавании? Если речь идет о методике преподавания, то да. Но давать учащимся заведомо не решенные научные задачи практиковали, пожалуй, лишь на вступительных экзаменах в некоторые вузы — чтобы «срезать» неугодного абитуриента. И если верить байкам — некоторые великие физики, но уже с другой целью.

«При изучении наук задачи полезнее правил», — писал Ньютон во «Всеобщей арифметике». Ричард Фейнман, когда преподавал в Бразилии, обнаружил, что учащиеся знают все правила и законы, но не могут применить их ни в одной конкретной ситуации, даже простейшей. Да и любой экзаменатор постоянно встречает абитуриентов, которые знают теорию, но не могут решить простой задачи.

Именно приложение законов и правил, их правильное использование в каждом конкретном случае — лучший способ связать чистую науку с повседневной практикой. Если студент готовит себя к научной карьере, то помимо теоретических знаний он должен овладевать практическими навыками решения разнообразных проблем, возникающих в ходе научного исследования. А также применением теоретических сведений для решения конкретных задач, и умением довести расчет до конечного результата. Причем даже простые задачи могут вызывать затруднения в случае необычной или нестандартной их постановки.



Художник Е. Станикова

В каждой области существуют свои, особо выигрышные с точки зрения методики, примеры и задачи, на которых можно проверить и способность обучаемого мыслить нестандартно, находить короткий и красивый путь к решению, и просто освоение студентом или школьником техники решения типовых задач.

Примеры и тех и других задач обычно рассматриваются в методических пособиях. Кроме того, каждый мыслящий преподаватель имеет свои, накопленные за много лет примеры. Большую роль играет собственный опыт не только преподавания, но и научной работы. Вероятно, поэтому в хороших школах так ценят кандидатов и докторов наук, хотя их там ничтожно мало; чаще ученых можно встретить на занятиях в кружках, факультативах, летних школах.

Но чем лучше и активнее идет процесс передачи знаний, чем более подкованными становятся любознательные ученики, тем чаще они задают вопросы, которые ставят в тупик знающего преподавателя. Однако и без помощи учащихся преподаватель может задать вопрос, решение или ответ на которые ему не вполне очевидны (автор этих строк сам попадал в такие ситуации). Существует множество нестандартных ситуаций, разрешить ко-

торые не всегда под силу даже опытному педагогу. Что делать в таких случаях? Поиск в учебниках и консультации с коллегами не всегда приводит к цели — во многих учебниках десятилетиями разбираются одни и те же вопросы. А у коллеги также может не хватить знаний, и он сошлется на занятость.

Об этих проблемах рассуждает преподаватель Манчестерского университета Алан Гудвин в статье «Задачи, вызывающие затруднения у преподавателя естественных наук». Его статья была опубликована в новом двуязычном журнале «Revista de Educacio'n in Ciencias / Journal of Science Education» (выходит в Колумбии, в Боготе, с 2000 года). Этот журнал возглавляет Юрий Орлик, химик по образованию, бывший наш соотечественник. Речь в статье Гудвина идет о некоторых физико-химических проблемах, обсуждение которых требует довольно широких знаний как химии, так и физики. В первых же строках он сознается в том, что не раз сталкивался с ситуацией, которой посвящена статья. Создается он и в том, что в начале преподавательской деятельности для него стало очевидным: существует неожиданно много вопросов, суть которых для него не вполне ясна (хотя он считал, что у него с пониманием все в порядке). Неко-



торые из них были заданы учащимися, и он не мог позволить себе просто отмахнуться. Причем обсуждение с заинтересованными коллегами нередко приводило к расширению проблемы, к дискуссиям и спорам, и не всегда удавалось договориться и прийти к решению, которое бы всех устраивало. Один из неожиданных результатов таких обсуждений заключался в том, что объяснение явления, которое одному из собеседников казалось очевидным, могло оказаться ошибочным.

Для учащихся полезно честное обсуждение собственных заблуждений преподавателя (один из слушателей лекций Максвелла признался потом, что самым полезным лично для него было нахождение великим физиком ошибки в собственных рассуждениях). Очень важно также при обсуждении с учащимися той или иной проблемы добиться полного понимания ими сути дела. Они не должны принимать какое-либо положение или объяснение на веру — только потому, что так написано в книге, или потому, что так сказал авторитетный ученый. Это положение необходимо «пропустить через себя», привлекая весь свой багаж твердых знаний. Одна из основ современного преподавания химии в США — «Problem-Based Learning», то есть обучение путем решения задач, — явно перекликается с мнением Ньютона.

Дискуссии значительно ближе к реальной науке, чем рутинное изложение учебного материала. Простое усвоение новой информации, потому что это нужно по программе или чтобы сдать экзамен, малоэффективно (у студентов бытует присказка: «Сдать — и забыть»). Подготовка к экзаменам — важная, но не главная часть преподавания. Знать (хотя бы качественно), почему что-то происходит так, а не иначе, нужно не только ученому, но и любому человеку, который в своей жизни непрерывно встречается с самыми разнообразными проявлениями научно-технического прогресса.

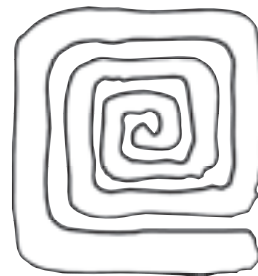
Гудвин отобрал несколько сложных вопросов, на которые решил дать ответы. При этом он стремился дать ответ на микроуровне, что значительно труднее, чем на языке макроскопических явлений. Легче объяснить, почему происходит некоторое явление, тем, что должен выполняться второй закон термодинамики, чем рассматривать движущую силу процесса на языке перемещения молекул. Немалая трудность состоит в том, что объяснение должно быть доступно учащимся. Особое внимание Гудвин обращает на физический смысл процессов, тем более что они взяты из повседневного опыта и хорошо знакомы слушателям. Приведем несколько вопросов — для них он предлагает ответы, но сам говорит, но не уверен в них на все сто процентов.

## Вопрос № 1. Элемент Даниеля

Этот гальванический элемент был изобретен в 1836 году, но и в настоящее время работу химических источников тока объясняют на его примере («Выбор батареи» «Химия и жизнь», 2003, № 10). Когда на доске преподаватель нарисовал схему прибора и написал уравнения идущих при его работе реакций:  $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e$ ;  $Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu$ , один из учащихся спросил: «Как это катионы меди разряжаются на положительно заряженном электроде? Ведь положительно заряженные ионы должны от него отталкиваться!» Аналогичный вопрос можно задать и про катионы цинка: с какой стати они покидают отрицательно заряженный электрод? Гудвин растерялся — он ни разу над этим не задумывался. И когда сам учился, и когда учил других — всегда процессы, происходящие при электролизе, и процессы в гальванических элементах рассматривались каждый сам по себе, без связи друг с другом.

Указанные выше процессы происходят при замыкании электродов. Если же они разомкнуты, устанавливается равновесие между электродом и раствором сульфата соответствующего металла (при этом атомы обоих металлов как покидают свой электрод в виде катионов, так и снова разряжаются на нем, причем оба электрода заряжены отрицательно). Очень медленную диффузию ионов металлов через пористую перегородку, разделяющую анодное и катодное пространства, можно не учитывать. Поскольку реакционные способности меди и цинка сильно различаются, с цинкового электрода уходит больше ионов, так что медный электрод имеет положительный потенциал относительно цинкового и при замыкании цепи электроны идут от цинка к меди. Поток электронов нарушает равновесие в приэлектродных пространствах. Чтобы это равновесие восстановилось, часть ионов  $Cu^{2+}$  должны разрядиться на своем электроде и одновременно ровно столько же атомов цинка должны с цинкового электрода перейти в раствор в виде ионов.

К сказанному можно добавить, что некоторые парадоксы, связанные с электрохимическими процессами, были рассмотрены в статье «Вопреки Ому» («Химия и жизнь», № 1 за 2001 год). Кроме того, диффузия может преодолеть электростатическое отталкивание одноименных зарядов. Например, известно, что электрохимическое золочение в цианистых элек-



## ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

тролитах идет таким образом, что комплексные анионы разряжаются не на положительно заряженном аноде, а на отрицательном катоде:  $Au(CN)_2^- + e \rightarrow Au + 2CN^-$ .

## Вопрос № 2. Температура пара и жидкости

Кинетическая энергия молекул, испаряющихся с поверхности жидкости, значительно превышает среднюю. Почему же тогда температура пара не выше температуры жидкости? И равны ли они?

Вероятно, учащиеся знают, что ожоги от острого пара (то есть прямо из носика кипящего чайника) намного тяжелее, чем ожоги от равного количества кипятка. Отсюда может появиться неправильное представление о том, что температура пара выше, чем кипящей воды. На самом деле они равны.

В жидкости, в отличие от газовой фазы, молекулы связаны друг с другом межмолекулярными силами. Молекулы, переходящие с поверхности жидкости в газ и освобождающиеся от этих сил, приобретают дополнительную потенциальную энергию. Эта энергия приобретает за счет повышенной кинетической энергии этих молекул, когда они находились в жидкости. Поэтому средняя кинетическая энергия (то есть температура) испарившихся молекул такая же, как и в жидкости, если две фазы находятся в равновесии.

Это объяснение все же оставляет место для дискуссий. Многие учащиеся и даже преподаватели сомневаются в том, что молекулы пара имеют более высокую потенциальную энергию, чем те же самые молекулы и при той же температуре в жидкой фазе. Можно привести такой довод: для испарения жидкости требуется затратить энергию, при конденсации пара такая же энергия выделяется. Именно поэтому, например, энергия (энтальпия) образования любого вещества в газовой фазе выше, чем в конденсированной фазе, причем разница как раз равна энергии

(энтальпии) испарения. Правда, это объяснение не на микроуровне.

### Вопрос № 3. Разница между испарением и кипением

Все ли химики знают ответ на этот вопрос? Он вызвал существенные затруднения, когда Гудвин попытался разъяснить ситуацию своим ученикам, и теперь он задает этот вопрос дипломированным специалистам, которые проходят собеседование перед курсами по методике преподавания. Обычно все согласны с тем, что испарение происходит, когда молекулы, находящиеся у самой поверхности, получают достаточную порцию кинетической энергии, чтобы преодолеть силы притяжения. При этом можно встретить такие объяснения.

1. Кипение происходит, когда именно все молекулы в жидкости имеют достаточную кинетическую энергию для отрыва от поверхности.

2. Кипение происходит при такой температуре, когда давление насыщенного пара становится равным атмосферному. Это объяснение правильное, но оно ничего не говорит о том, что же такое особенное происходит при этой температуре на молекулярном уровне.

Поначалу он не представлял себе, насколько важно для объяснения кипения появление пузырьков пара. Когда-то он выучил сам (и учил других), что испарение происходит только на поверхности жидкости, а кипение — во всем ее объеме. Это положение (как и приведенное ранее второе утверждение) хорошо использовать лишь в сочетании со следующим: при этих условиях давление насыщенного пара достаточно велико, чтобы поддерживать существование в объеме жидкости пузырьков пара. В этом случае, то есть при свободном образовании пузырьков, испарение может идти с поверхности внутрь пузырьков пара во всем объеме жидкости. Пузырьки выходят из кипящей жидкости и уносят с собой избыточную энергию с той скоростью, с какой она поступает в систему от нагревателя. Поэтому точка кипения

жидкости при постоянном давлении также постоянна.

### Вопрос № 4. Почему при перемешивании соли с тающим льдом температура понижается?

Смесь воды, льда и поваренной соли химики часто используют в качестве охлаждающей бани, чтобы понизить температуру намного ниже 0°C. Задолго до появления холодильников эту смесь применяли для приготовления мороженого. С помощью аналогичной смеси Фаренгейт получил нулевую точку своей шкалы. По этой шкале температура замерзания воды равна 32°. А наименьшая температура, которую можно получить из льда и поваренной соли, так называемая температура эвтектики, равна -21,2°C или -6,2°F. При калибровке своих термометров Фаренгейт использовал не только поваренную соль, но и нашатырь — хлорид аммония; получаемая при этом температура была близка к наблюдавшейся в очень морозную зиму 1709 года. Видимо, он считал, что с более низкими температурами человеку вряд ли придется сталкиваться в жизни, поэтому эту точку он и стал считать нулевой. Этой точке отвечает -17,8°C, однако криогидратная точка (эвтектика) для растворов хлорида аммония лежит выше — при -15,8°C. Поэтому Фаренгейт, возможно, использовал смесь этих солей.

Растворение соли (или любого другого вещества) в воде понижает температуру, при которой этот раствор начинает замерзать. Хотя такое «объяснение» ничего не говорит о том, что же происходит при смешении льда с солью, для понимания механизма процесса знать этот факт необходимо.

Существует неверное рассуждение, которое привлекает своей простотой:

разделение катионов натрия и анионов хлора в кристалле соли при ее растворении в воде требует затраты огромной энергии, что и приводит к понижению температуры. Но растворение соли в воде при обычных условиях почти не изменяет температуру раствора. Энергия, затраченная на разрушение кристаллической решетки соли, компенсируется выделением энергии в результате гидратации ионов натрия и хлора, так что в целом процесс практически термонеutralен (этот процесс слабо эндотермичен, энтальпия растворения меняется от 0,45 до 1,02 кДж/моль в зависимости от соотношения NaCl и H<sub>2</sub>O, тогда как для разрушения кристаллической решетки NaCl требуется 788 кДж/моль — и почти столько же выделяется при гидратации разделенных ионов).

Для правильного объяснения необходимо рассмотреть равновесие между раствором и твердым льдом. Температура, при которой указанное равновесие достигается, и есть температура замерзания (или плавления) смеси. При этой температуре в состоянии равновесия давление насыщенных паров воды над раствором и надо льдом равны.

Если добавить соль к тающему льду, она растворится в воде (но не во льде), понижая давление пара над раствором. Поэтому, чтобы достичь равновесия, часть льда тает — при этом молекулы воды из льда (давление паров над которым стало выше, чем над раствором) переходят в раствор (чем повышают давление пара над ним). Необходимая для таяния льда энергия берется за счет кинетической энергии молекул, и температура смеси понижается. Равновесие вновь устанавливается при более низкой температуре, когда давление пара надо льдом снова стано-





вится равным давлению пара над раствором соли — на этот раз более разбавленным.

### Вопрос № 5. Каким образом происходят самопроизвольные эндотермические процессы?

В начальном курсе химии примеров подобных процессов немного, но их нельзя игнорировать. Вот примеры эндотермических процессов, идущих при комнатной температуре:

а) растворение многих твердых веществ в воде (см. вопрос 4);

б) сокращение растянутой резиновой ленты;

в) испарение жидких и сублимация твердых тел (см. вопрос 2).

Эти процессы обычно не рассматривают как химические реакции. Тем не менее они опровергают утверждение, согласно которому системы самопроизвольно могут только выделять энергию. Основной вопрос здесь — следует ли вводить для учащегося понятие энтропии и на каком этапе.

Разумно предположить, что в системе, состоящей из огромного числа мельчайших частиц, совершающих постоянные беспорядочные движения, хаотичное расположение этих частиц вероятнее, чем упорядоченное. Непросто определить количественно энтропию как меру «перемешивания» частиц, меру «беспорядка» или как «число способов распределения энергии системы среди частиц». Однако разумно предположить, что если для перемешивания частиц нет значительного энергетического барьера, то система станет настолько «беспорядочной», насколько это возможно. Также разумно предположить, что чем выше температура, тем большую роль играет тенденция к повышению энтропии («беспорядочности» системы).

В случае индивидуального соединения твердое состояние более упорядочено, чем жидкое, а газообразное состояние наиболее неупорядоченное. Для всех веществ твердое состояние реализуется при более низкой температуре, а жидкое и газообразное — при более высоких температурах. Во всех названных выше ситуациях процесс протекает в направлении возрастания энтропии.

### Вопрос № 6. В чем различие между химическими и физическими процессами?

Автор привык считать, что это самый простой из всех возможных вопросов; он вспоминает, как в возрасте примерно 11 лет, когда он только начал изучать естественные науки, в учебнике была примерно такая таблица:



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

#### Химические и физические изменения

Физический процесс	Химический процесс
а) Новые вещества не образуются	а) Новые вещества образуются
б) Изменение энергии обычно мало	б) Изменение энергии обычно велико
в) Обычно процесс легко обратим	в) Часто процесс трудно обратим

К счастью, те немногочисленные примеры, которые приводились (и которые надо знать на экзаменах), были довольно очевидными.

Примеры физических процессов: кипение жидкой воды с образованием пара (новое вещество не образуется, процесс легко обратим); плавление льда; растворение соли (или сахара) в воде; плавление воска; разбивание стекла (хотя в этом случае процесс трудно обратим).

Примеры химических процессов: горение угля (магния, бумаги); разложение при нагревании нитрата калия или оксида ртути(II); действие кислот на металлы, оксиды металлов или карбонаты.

Заложенные в этих определениях идеи вполне здравы, особенно в части, касающейся образования новых веществ. Однако, когда автор углубил свои познания в химии, многие процессы, которые он раньше однозначно относил к физическим, вызвали у него сомнения.

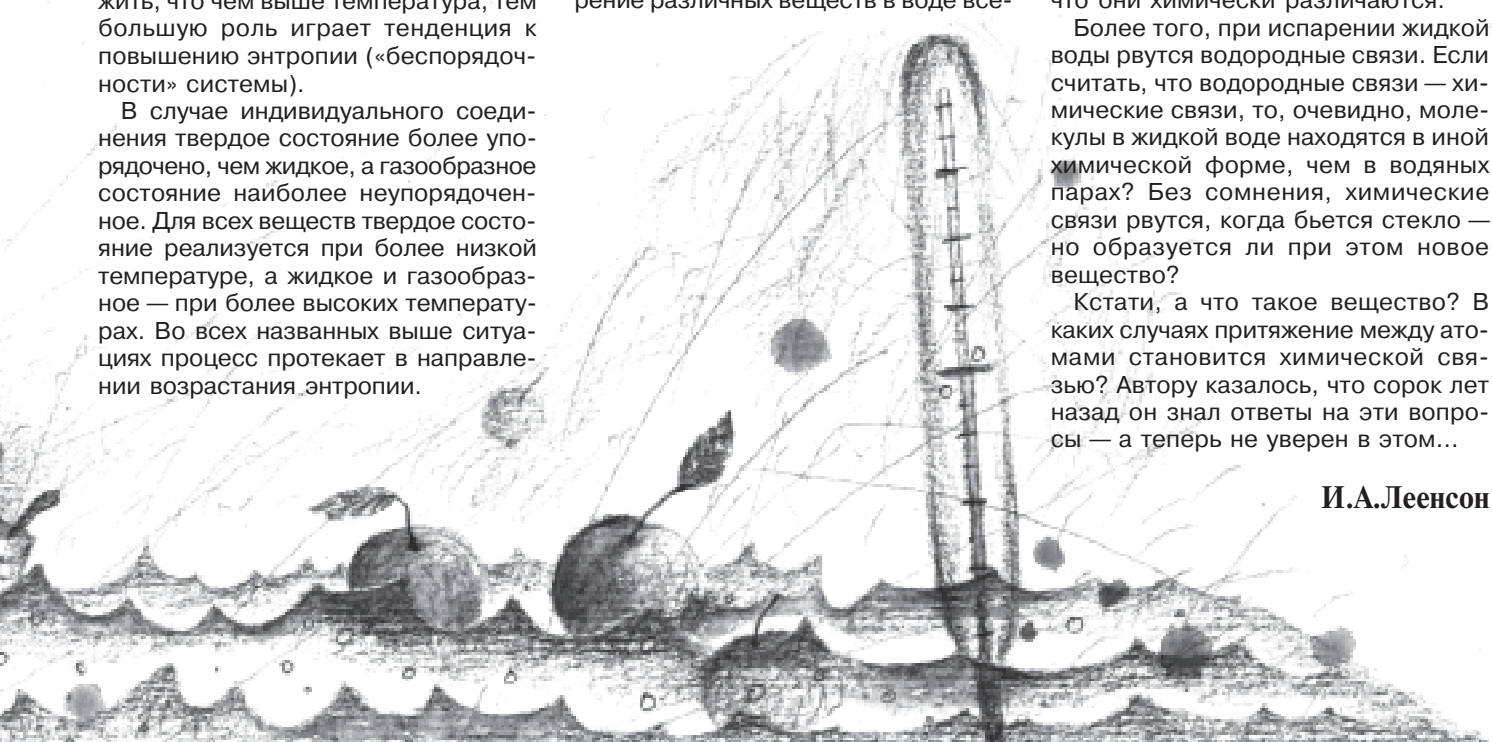
Вначале автор считал, что растворение различных веществ в воде все-

гда является примером физических процессов. Но вскоре стало очевидным, что некоторые вещества (натрий, калий, кальций) химически взаимодействуют с водой. Несколько позже автор узнал, что раствор хлороводорода или концентрированный раствор серной кислоты в воде обладают химическими свойствами, совершенно отличными от свойств исходных компонентов по отдельности. Магниевая лента не растворяется в холодной концентрированной серной кислоте, хотя с разбавленной кислотой реакция идет чрезвычайно бурно (при постановке опыта надо соблюдать особую осторожность). Да и сейчас автор не уверен, отличаются ли химически гидратированные ионы натрия и хлора от безводных ионов. Если да, то растворение соли в воде — химический процесс! Действительно, гидратированные ионы двухвалентной меди имеют голубой цвет, тогда как безводные ионы бесцветны (безводный сульфат меди белого цвета) и можно предположить, что они химически различаются.

Более того, при испарении жидкой воды рвутся водородные связи. Если считать, что водородные связи — химические связи, то, очевидно, молекулы в жидкой воде находятся в иной химической форме, чем в водяных парах? Без сомнения, химические связи рвутся, когда бьется стекло — но образуется ли при этом новое вещество?

Кстати, а что такое вещество? В каких случаях притяжение между атомами становится химической связью? Автору казалось, что сорок лет назад он знал ответы на эти вопросы — а теперь не уверен в этом...

И.А.Леенсон

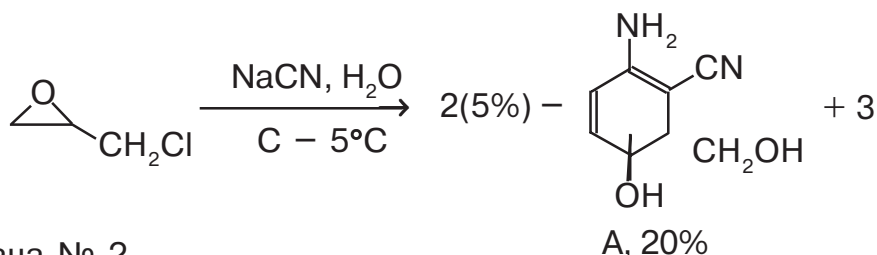


# ЗАДАЧИ ДЛЯ РАЗМИНКИ К ОЛИМПИАДЕ



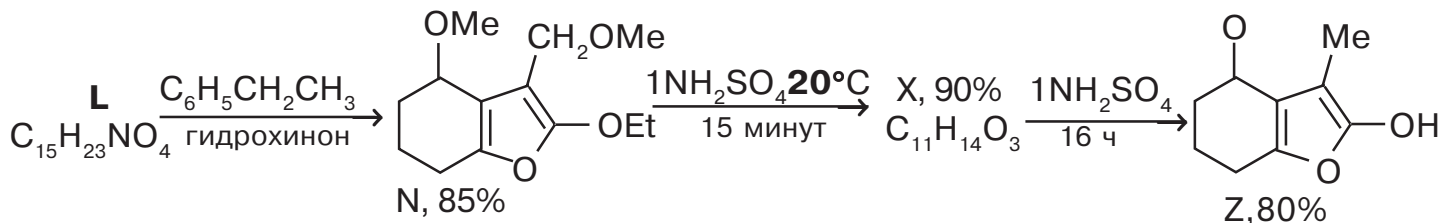
## Задача № 1

При добавлении эпихлоргидрина **1** к водному раствору цианида натрия начинается бурная реакция, по окончании которой выпадает осадок 2,5-бис(цианометил)-1,4-диоксана **2**, а из маточного раствора может быть выделен продукт **A** исключительно *транс*-строения и нитрил (E)-4-гидрокси-2-бутеновой кислоты **3** (также исключительно указанной конфигурации). Предложите механизм, описывающий образование всех перечисленных продуктов с объяснением стереохимии двух последних.



## Задача № 2

Предложите структуру соединения **L**, которое при нагревании в этилбензоле в присутствии небольшого количества гидрохинона превращается в производное фурана **N**. Предложите механизм превращения этого соединения в вещество **Z** и структуру промежуточного продукта этого превращения **X**.

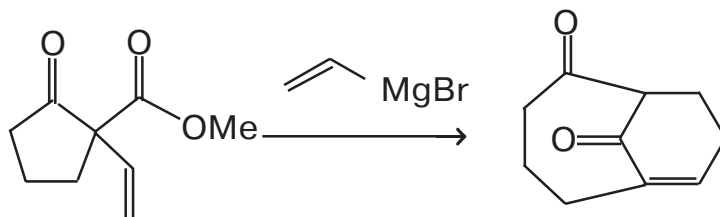


ПМР спектр соединения **X**: 1.25 (3H, т, 7Гц), 2.04 (2H, м), 2.46 (4H, м), 4.18 (2H, кв, 7Гц), 5.63 (1H, д, 1.8Гц), 6.16 (1H, д, 1.8Гц), 6.88 (1H, т, 4Гц).

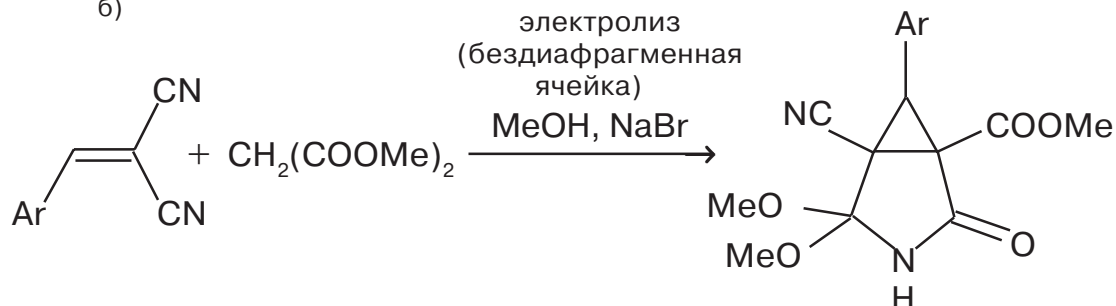
## Задача № 3

Предложите механизмы следующих превращений:

а)



б)







# 3-я Всероссийская олимпиада по органической химии



в апреле 2004 года на Химическом факультете МГУ

**ChemBridge Corporation**

**Химический Факультет МГУ**

**Высший химический колледж РАН**

при информационной поддержке журнала «Химия и жизнь XXI век» приглашают студентов старших курсов, аспирантов и молодых ученых принять участие в 3-ей Всероссийской олимпиаде по органической химии, проводимой в рамках Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов-2004».

**Председатель:**

В.В. Луниц, академик РАН, профессор,  
декан Химического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова

**Организационный комитет:**

С.Е. Семёнов, Высший Химический Колледж РАН

С.Е. Сосонюк, МГУ им. М.В. Ломоносова

А.А. Зайцев, ИОХ им. Н.Д.Зелинского

Д.С. Перекалин, Высший Химический Колледж РАН

А.В. Куракин, ChemBridge Corporation

Е.В. Левковский, ChemBridge Corporation

Всероссийская олимпиада по органической химии будет состоять из двух этапов. Первый этап представлен в виде тестов с несколькими вариантами ответов на каждый. На ответы выделяется два часа. Второй этап – несколько более серьезных задач, на решение которых отводится большее время. Оба этапа проводятся в один день.

Регистрационная форма и задачи для разминки опубликованы на сайте [www.ChemBridge.ru](http://www.ChemBridge.ru) и в журнале «Химия и жизнь-XXI век» №1 2004 г.

Первым пяти, приславшим правильные решения разминочных задач, а также участникам Олимпиады, вошедшим в десятку сильнейших, Фирма компенсирует проезд в Москву, исходя из стоимости плакартного билета.

**Победителей ожидают призы:**

первый приз – 10 тыс. рублей,

два вторых приза – по 5 тыс. рублей,

специальный приз – 5 тыс. рублей лучшему среди участвующих в Олимпиаде повторно.

**Мы ждем Вас!  
Приходите и побеждайте!**

Регистрационные формы присылайте до 28 марта 2004 г.

Факс (095) 956-49-48.

Москва 119048, а/я 424

E-mail [Olimpiada@ChemBridge.ru](mailto:Olimpiada@ChemBridge.ru)

Тел. (095) 775-06-54 доб. 12-01, 12-19

Регистрация в день проведения Олимпиады не гарантирует предоставления пакета участника Олимпиады.





# Первая

## интернет-олимпиада по химии

Вице-президент Российской академии наук, академик Н.А.Платэ и президент «InnoCentive Inc.», доктор Даррен Дж. Кэрролл в президиуме почетных гостей совместной олимпиады «InnoCentive» и Химического факультета МГУ



INNOCENTIVE  
MINDS OVER MATTER

WWW.INNOCENTIVE.COM

Академик В.В. Лунин рассказывает о результатах олимпиады



В конце ноября на Химическом факультете МГУ им. М.В.Ломоносова впервые в истории в режиме он-лайн прошла международная интернет-олимпиада «Интеллектуальные возможности химии» для студентов России, стран СНГ и Балтии. Идея организации олимпиады принадлежала декану Химического факультета МГУ, академику РАН, профессору В.В.Лунину, а провести ее помог всемирный виртуальный форум ученых «InnoCentive». Этот глобальный научный центр впервые в мире использует безграничные возможности интернета для поиска решений сложных проблем современности в самых разных областях: химии, биохимии, биотехнологии, агрохимии, науке о жизни. На сайте [www.innocentive.com](http://www.innocentive.com) можно найти подробное описание задач, в разработке которых нуждаются многие ведущие компании мира, а также указывается размер солидного вознаграждения за их решение. Любой ученый из любой страны, бесплатно зарегистрировавшийся на сайте «InnoCentive», может попробовать свои силы.

Видимо, пример такой новаторской формы работы подсказал идею попробовать интернет-технологии для соревнования среди одаренных и талантливых студентов. Сама концепция интернет-олимпиады была задумана почти год назад, но практическая реа-

лизация сдерживалась отсутствием необходимых финансовых средств. Вместе с тем подобная форма имеет неоспоримые преимущества: не надо куда-то ехать, тратить деньги и время, кроме того, участвовать в олимпиаде может кто угодно, а не трое-четверо избранных, которые обычно представляют институт или университет на крупных соревнованиях.

Каковы же итоги первой интернет-олимпиады по химии? По словам академика В.В.Лунина, «результаты превзошли наши самые смелые ожидания. Когда мы планировали эту олимпиаду, то думали, что в ней примет участие человек 200–250 — примерно так мы оценили количество студентов, активно использующих интернет и общающихся со своими сверстниками из других университетов. Когда мы увидели, что зарегистрировались 800 человек, то были просто потрясены». Еще больше организаторы удивились, когда увидели список вузов-участников: это были студенты не только из всех стран СНГ (кроме Грузии), но и из Софийского университета, Пражского университета, а также Гарвардского университета и университета Северной Каролины. Конечно, больше всего было студентов из России — Сибирь, Дальний Восток, Центральная Россия, Урал — вот далеко не полный перечень, где работают и учатся будущие Менделеевы и Бутлеровы. На олимпиаду зарегистрировались даже несколько школьников и аспиранты академических институтов.

Первый опыт можно считать не просто удачным, а суперудачным. Академик В.В.Лунин даже объявил, что, учитывая невероятную популярность идеи, на будущий год он планирует провести первую всемирную интернет-олимпиаду студентов-химиков. В ней можно будет уже сделать два тура, чтобы выявить базовый и высокий уровни участников. В прошлой олимпиаде практически все задания были сложными, и тем не менее многие ребята с ними справились. Отзывы студентов, которым не повезло, были тоже довольно неожиданными: «Мы не смогли решить задания, они очень трудные, но такие интересные — все равно спасибо вам большое!» Задачи олимпиады составляли лучшие преподавате-

ли Химического факультета МГУ, а жюри состояло из профессоров ведущих кафедр Химфака МГУ и руководителя научно-исследовательских разработок «InnoCentive» Джилл Патнетты.

У первого международного интернет-конкурса много победителей. Все призы были учреждены глобальным форумом «InnoCentive». Почетные грамоты уникальной олимпиады получили пять студентов за успешное решение задач по аналитической, квантовой, органической химии, биохимии и физической химии. Пятнадцать студентов заняли третье место и получили сканеры, семеро — второе место и были награждены цифровыми фотоаппаратами. И наконец, трое студентов, занявших первое место, были награждены новейшими ноутбуками и Почетными дипломами первой степени, которые им в торжественной обстановке вручил вице-президент Российской академии наук, академик Н.А.Платэ. По словам организаторов, трудно сказать, химики каких городов оказались самыми подготовленными. Конечно, среди победителей много ребят с Химфака МГУ, но премии получили также студенты из Томска, Тюмени, Казани, Санкт-Петербурга, Минска, Нижнего Новгорода, Кургана.

Следующий большой совместный проект Химического факультета МГУ с научным центром «InnoCentive» — Первая международная конференция, посвященная передовым инновационным формам деятельности в науке и образовании, которая пройдет 3 и 4 апреля 2004 года в главном здании МГУ на Воробьевых горах. Благодаря поддержке «InnoCentive» на уникальную конференцию смогут приехать практически все деканы химических факультетов российских университетов и ректоры химических институтов со всей России. Одна из важнейших тем для обсуждения — роль интернета в активизации научных обменов, в создании новых форм обучения в области химии и налаживании эффективного сотрудничества в глобальном масштабе. Причем в образовании и науке именно виртуальное общение становится все более важной составляющей, открывающей новые поистине уникальные и безграничные возможности.

### Фотографии победителей, занявших первые места:



1  
Юрий Сергеевич Головко, студент Белорусского государственного университета



2  
Игорь Алексеевич Седов, студент Казанского государственного университета



3  
Дмитрий Сергеевич Перекалин, студент Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева



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

## АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ дисперсных и пористых материалов серии **СОРБОМЕТР**



630090 Новосибирск,  
пр. Академика Лаврентьева, 5, ЗАО «КАТАКОН»  
телефон (3832) 397265, 331084;  
факс (3832) 343766,  
e-mail: catacon@ngs.ru

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

### Технические характеристики приборов:

Диапазон измеряемой удельной поверхности ..... 0,1–1000 м<sup>2</sup>/г  
Диапазон относительных парциальных давлений газа-адсорбата ..... 0,05–0,5  
Полная автоматизация цикла адсорбция-десорбция  
Встроенная в прибор станция подготовки исследуемых образцов к измерениям  
Управление процессом измерения и обработка результатов с использованием ЭВМ

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



ВСЕ ДЛЯ ВАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ

### СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР ДОЗАТОРОВ ВСЕХ ВИДОВ

- Регламентная чистка поршневой системы
- Замена вакуумной силиконовой смазки
- Обновление внешнего вида
- Замена элементов индикаторов объема
- Замена уплотнительных колец
- Калибровка
- Подготовка к проверке
- Гарантия на выполненные работы



**ЗАО «АМТЕО М»**  
Москва 123022,  
Б.Декабрьская, 3  
т/ф (095)253-1868, 253-8570,  
253-8542, 253-8876  
e-mail: public@amteo.msk.ru

### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ

- **Лабораторная техника:**  
Центрифуги  
Устройства для перемешивания  
рН-метры  
Кондуктометры  
Спектрофотометры  
Весы (I–IV знак точности)  
Ламинарные боксы  
Сушильные шкафы  
УЗИ-мойки  
Хроматографы
- **Системы водоочистки:**  
Класс дистилляторы  
Класс БИ-дистилляторы  
Класс аналитической чистоты
- **Дозаторы пипеточные:**  
Механические  
Электронные
- **Лабораторная посуда:**  
Стеклоянная (Чехия, Россия)  
Фарфоровая (Россия)  
Пластиковая  
(Финляндия, Россия)
- **Лабораторная мебель**

# ОБОРУДОВАНИЕ, РЕАКТИВЫ









ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ - ЧЕЛОВЕКУ И ОБЩЕСТВУ

V Международный форум

# ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА

The Fifth International Forum  
High Technology of XXI

ВТ XXI  
2004

Достижения  
высокотехнологического  
комплекса Москвы,  
регионов России, стран  
СНГ, ближнего и дальнего  
зарубежья в различных  
областях науки и техники:

- авиация и космос
- радиоэлектроника и связь
- экология
- мирный атом
- медицина и биотехнология
- энергетика
- информационные технологии
- машиностроение
- лазерные технологии
- безопасность
- химия и новые материалы

По вопросу участия обращаться:

Форум "ВТ XXI-2004"

Выставка "ВТ XXI-2004"

ОАО "ЭККОС",  
ООО "ЭКСПО-ЭККОС"

Тел.: (095) 331-05-01, 331-13-33

Факс: (095) 331-05-11, 331-09-00

E-mail: [expocos@nii-ecos.ru](mailto:expocos@nii-ecos.ru)

<http://www.vt21.ru>

Международная конференция

РФРВТ

Тел./факс: (095) 200-26-31

Тел.: (095) 954-99-90

Факс: (095) 954-5008

E-mail: [info@hitechno.ru](mailto:info@hitechno.ru)

<http://www.hitechno.ru>

Участие зарубежных фирм  
и компаний

МТПП

Тел./факс: (095) 132-74-29

913-23-44

E-mail: [extrade@mtpo.org](mailto:extrade@mtpo.org)

Организаторы  
Форума:

Правительство Москвы  
Министерство  
промышленности, науки  
и технологий Российской  
Федерации  
Правительство Московской  
области

Комитет города Москва по  
развитию оборонно-  
промышленного комплекса

Институт экономики и  
комплексных проблем связи  
(ОАО "ЭККОС")

Российский фонд развития  
высоких технологий

Московская торгово-  
промышленная палата

Московская ассоциация  
предпринимателей

ФГУП «Рособоронспорт»

ЗАО «ЭКСПОЦЕНТР»

при участии: И.Джей. Краузе энд  
Ассоузиэйтс, Инк (США)

Форум проводится под патронажем  
Торгово-промышленной палаты Российской  
Федерации

19 - 23 апреля

2004 год

ВК ЗАО «Экспоцентр»  
МОСКВА

[www.vt21.ru](http://www.vt21.ru)

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ





**Владимир  
Бондарев**

# Помоемся, русичи!

*Мюллер вызывает Штирлица:  
— Дружище, мне сообщили, что вы строите русскую баню. Вы русский шпион?  
— Конечно, нет, группенфюрер. Но что делать, если во всем Берлине и его пригородах из-за бомбежек отключили горячую воду?*

Анекдот

**К**огда-то существовало мнение (скорее всего, ложное), что славяне мылись всего три раза в жизни — при рождении, перед свадьбой и после смерти. В рукописном манускрипте «Повесть временных лет» описано мытье в бане новгородских славян: «Придите в Новгород, и увидите, как разожгут свои печи докрасна, разделутся, и хвощутся, и обольют себя квасом, и снова хвощутся прутьями молодыми, и бьются сами, и то с ними станет, что слезут чуть живые, и обольются студеной водою, и только тогда оживут...»

Рассказ о банях новгородских славян проник в Западную Европу, где он приобрел характер анекдота. Так, один католический путешественник XVI века рассказывает, как братья монастыря Фалькенау, что под Юрьевом (ныне Тарту), домогались увеличения дохода от Римского Папы, указывая на строгий аскетический образ монастырской жизни. «Каждую субботу братья натапливают помещение, бичуют себя



*Этнография, нравы, обычаи, легенды народов мира всегда интересовали «Химию и жизнь», хотя, признаем, эта тематика для нас не самая главная. И тем не менее мы всегда отдавали ей должное: ведь эта наша, человеческая, история, а наша история такова, что человек всегда что-то изобретал. Иначе бы не выжил.*

*Изобрел он, чтобы выжить, в том числе и бани. С одной стороны (простите за жаргон), полный кайф, а с другой, самой главной, сугубо необходимое гигиеническое действие. Очищение... Но, как всегда в истории человечества, первичное значение данной (банной) необходимости со временем подзабылось и главным стала обрядовость, некая ритуальность. А может быть, даже и поэзия. Например, у Вознесенского:*

*Двери настезь, двери «хлоп» —  
бабы прыгают в сугроб!..*

*Красиво, да? Вот так же красиво, а главное интересно, все это описано в готовящейся к изданию в «Алетейе» книге Владимира Бондарева «Бани народов мира». Воистину фундаментальное исследование! Описаний каких только бань там нет, начиная с глубокой древности: римско-греческие, арийские (это древняя Грузия), бани Тараза (период Золотой Орды), бани эпохи Возрождения и так далее и так далее. Ну а нас, конечно, особо заинтересовали русские бани, их история. О чем и пойдет речь в публикуемом ниже отрывке из книги В. Бондарева.*

*Кстати, об авторе. Он — художник, рисовал когда-то и для «Химии и жизни». Теперь писатель, этнограф. Вот еще раз и встретились.*



путьями и обливаются холодной водой». Из Рима для проверки прибыл посланец, который затем едва убежал из монастыря и, вернувшись в Рим, рассказал о действительно необыкновенно аскетических нравах юрьевских монахов.

Многие известные иностранные путешественники описывали посещения бань в Москве, Вологде, Астрахани, в Ливонии, Ижории и среди чудь. «Здесь почти в каждом доме есть баня, потому что большая часть русских прибегает к ней по крайней мере раз, если не два раза в неделю», —

писал в своем «Дневнике» камер-юнкер Берхольц, живший в России при Петре I. Это были так называемые частные мыльни, но, помимо них, в городах имелись общественные, или царские, мыльни, где за вход платили деньги, составлявшие одну из статей государственного (царского) дохода.

Бань было много. Мытье и особенно парение в жаркой бане имело не только сугубо гигиеническое, но и лечебное значение. В народной медицине горячая парная баня считалась одним из основных целебных

средств против многих болезней. Кроме того, баня играла свою роль и в свадебном обряде: мытье и парение перед венчанием, а также после первой брачной ночи почитали необходимым. Фигурирует баня и в обрядах, связанных с рождением ребенка. Ну а предложить уставшему путнику истопить для него баньку — это было неременной частью русского гостеприимства.

Вообще, культура бани возникла на Руси в глубокой древности. И тут было важно не столько мытье, сколько парение. Топка бани два-три раза в неделю, а в случае болезни и ежедневно, потом — обязательное окачивание холодной водой, валяние в снегу и тому подобное. Вероятно, все это было связано с природными условиями обитания славян — континентальным и резко континентальным климатом. Отсюда — традиция постройки и функционирования именно таких, русских, бань.

Издrevле на Руси ставили торговые бани. Так их называли потому, что за вход брали по две копейки. То есть торговали мытьем. А это — прообраз общественных бань. Первое рукописное упоминание об общественных банях — Ефимовские бани в Переяславле, каменные, построенные аж в 1089 году.

Со временем торговых бань стало так много, что, например, царь Борис Годунов получил в свою пользу от общественных бань и купален по одной Москве 1500 рублей (деньги по тем временам огромные). Деятельность общественных бань регламентировалась решением царя, а впоследствии сенатом или градоначальником Москвы. До нас дошел один из первых документов «Стоглавого собора 1551 года». Среди ста (отсюда и название) важнейших государственных вопросов Иван Грозный вынес «баньный вопрос» на решение собора.

До XVII века центром общественных и частных бань в Москве были Мыльники — живописное место на берегах рек Москвы и Яузы, их левых берегов (сегодня это небольшой район от «вы-





сотки» на Котельнической набережной до комплекса городской клинической больницы № 23). В следующем, XVIII, веке в Москве насчитывалось более тридцати общественных бань: Андроньевские, Бабьегородские, Вишняковские, Дорогомилловские, Кожевнические, Каменновские, Краснохолмские, Кудринские, Потешные, Самотечные, Спасские, Трубенские, Якиманские и много других. Все они располагались на берегу Москвы-реки и других речек — Яузы, Неглинки, на Рожке, Хапиловке или на прудах.

В основном такие бани строили для бедных. Там мылись все вместе, однако за перегородкой, разделявшей женщин и мужчин. Но чаще всего было так: женщины мылись у одной стены, а мужчины у другой, напротив. Непристойности пресекали: в банях присутствовали сторожа, и они бдительно следили, чтобы никто не озорвал. Провинившегося выволакивали из бани и могли здорово отдубасить. Тем не менее сенатским указом от 1782 года был введен «Устав благочиния», который наконец положил конец «совместной помывки»: «Строго запретить мужскому полу старше семи лет входить в торговую баню женского пола. И женскому полу — в торговую мужского пола, когда в оных другой пол парится».

**В** ту пору на Москве-реке, у Каменного моста, стояли самые знаменитые бани — Каменновские; их держал Суворщиков. Они были единственными выстроенными из кирпича. Выглядело это так.

Два высоких строения, между ними — чан с водой. Воду подавали бадьями из реки по деревянным желобам в оба строения и в котел для непрерывного подогрева. Сам котел накрыт деревянным кругом с четырьмя отверстиями, через которые горячую воду доставали шайками. Два отверстия для женщин, два для мужчин. Сверху — навес, под которым люди раздевались, разделенный деревянной перегородкой на мужское и женское отделения. У перегородки — сторожка; там сдавали вещи на хранение и платили плату за мытье. По отделениям ходили сторожа, приглядывая, чтобы не было шалостей или воровства. Ходили и цирюльники, громко выкрикивая: «А вот кого побрить, поголить, усы поправить, молодцом поставить! Мыло грецкое, вода московская!» Возле дверей — ворох веников, выбирай любой. Топились бани четыре раза в неделю: в понедельник, вторник, четверг и субботу. Разжигали каменку два раза в день: утренняя топка — к благовесту, а вечерняя — чуть пораньше вечернего

звона. В церковные праздники баню не топили — грех.

При входе на банный двор сиживал сборщик — брал «банное». Бедный люд обходился двумя копейками, богатый народ раздевался ближе к сторожу и за это доплачивал ему. На открытом дворе бани раздетый посетитель выбирал шайку, черпал из котла горячую воду, распаривал в ней веник. В самой бане брал из чана холодную воду (в другую шайку), залезал на полочку потеть и париться. Вдоволь напарившись, окатывал себя холодной водой, выходил на двор, на лавку, чтобы отдохнуть или помыться. Иные, разопрев от жара, кидались в Москву-реку. Зимой в прорубь сигали, как ни был велик мороз, потом — опять опрометью по снегу в баню... И еще: пьянство на Руси всегда осуждалось, поэтому в бане пили квас, морс, чай или просто воду. Ясно почему: потеря воды в организме, когда паришься, огромная, необходимо ее восстанавливать.

**В** XIX веке бань в Москве было много, и разных. По данным справочника «Вся Москва» за 1896 год, их насчитывалось тридцать четыре, почти во всех околотках города. Однако эталоном русских торговых бань, с конца XVIII века и до

*23 октября 1917 года владелица Сандуновских бань  
В.И. Фирсанова продала их за 4 млн. 225 тыс. рублей\*  
харьковскому коммерсанту Шполянскому. Через два  
дня к власти пришли большевики*



КНИГИ

наших дней, были знаменитые Сандуновские бани. Сандуны!

Их высокие и светлые помещения поражали размахом и роскошью. Фасад был выполнен в форме эклиптики; в оформлении залов использованы мотивы различных архитектурных стилей: барокко, мавританский, классицизм, ренессанс, готика, рококо, а фабричный стиль украшал подсобные помещения. Здешние банщики были известны всей Москве, а всего в Сандунах трудилось около четырехсот человек.

Кстати, о банщиках. Когда А.С. Пушкин опубликовал «Путешествие в Арзрум», где, в том числе, красочно описал тифлиссские бани, Авдотья Ломакина, арендатор Сандунов, написала из Тифлиса тамошних банщиков. И не зря, Пушкин оказался прав!

Тифлиссские банщики славились как знаменитые специалисты массажа. Начинают с головы, потом массируют шею, плечи, тело, ноги. Не жалеючи трут посетителя жесткой рукавичкой, сделанной из конского волоса, кокосовых волокон и финиковых тычинок. Хлопают ладонью по всему телу. Дергают пальцы, мнут суставы, затем, вскочив вам на спину, прыгают по ней на коленях. Со стороны может показаться, что банщик избивает клиента — то ударяет кулаком, то схватив за руку или за ногу, выкручивает ее, то сядет верхом, то топчет ногами. На самом деле такой массаж освобождает тело от усталости, и оно становится гибким. Недаром Александр Дюма, вспоминая о поездке по Кавказу, писал: «Посещение тифлиссских бань оставило очень сильное впечатление. Джамадарам (то есть тот самый массажист. — В.Б.) обращается с вами как с неодушевленным предметом, мнет, крутит ноги, руки. Дергает, гнет, постукивает, растирает, и все хотелось еще и еще продолжать такое удовольствие». Да и Пушкин выразился в том же роде: «От роду не встречал я ни в России, ни в Турции ничего роскошней тифлиссских бань».

Однако вернемся к Сандунам. Как и описанные выше банные залы,

здешние бассейны тоже отличались богатством и изяществом, и не только внутренние, но и те, которые находились под открытым небом.

В отделке залов, комнат отдыха, бассейнов и моечных использовали материал, завезенный из Европы, — норвежский и итальянский мрамор, кафель, половая плитка из Англии, Германии и Швейцарии. В комнатах отдыха стояли живые цветы в вазонах, тут же — мягкая мебель. Ну а большой бассейн, весь в колоннах, был украшен античными скульптурами.

Внутренняя вентиляция всех помещений, включая номера, обеспечивала двухразовый обмен воздуха в течение часа. Море света, исходящего от люстр, различных светильников. Серебряные тазы и шайки. Все сверкает, искрится...

И еще: весь комплекс Сандуновских бань имел собственные вспомогательные службы — электростанцию, насосную, котельную, артезианский колодец глубиной более двухсот метров, прачечные, швейные мастерские, бельевую и так далее. Воду, очищая ее специальными фильтрами, брали из Москвы-реки по отдельному водопроводу от Бабьегородской плотины.

Посетить Сандуны было престижно — о таком событии потом рассказывали знакомым и соседям. Дворянские номера стоили очень дорого, но изредка на такой расход решались: престижно опять же! Поэтому московские купеческие мамы привозили в Сандуны своих дочек-невест на предсвадебный обряд. Здесь их мыли, парили, ублажали благовониями, делали маникюр, педикюр, расчесывали волосы и заплетали их в две косы (девицы могли носить одну косу, а выходящая замуж и замужняя женщина — две). Это был как бы обряд посвящения. Потом пили чай или кофе с пирожными, обсуждали пред-

\*В пересчете на золотой рубль 1913 года эта сумма, с учетом постоянно нарастающей инфляции, связанной с Первой мировой войной, составляла уже около 273 тысяч рублей, а в долларовом эквиваленте — около 50 тысяч (примеч. ред.).

стоящую свадьбу, давали нужные советы.

Впрочем, и это не все. В комнатах отдыха Сандуновских бань можно было получить квалифицированную помощь костоправа или повивальной бабки, узнать свою судьбу и наставления от гадалки или воспользоваться услугами искусного парикмахера...

Шло время. Сандуновские бани, уже известные в Европе, превратились в комплекс: собственно бани, вспомогательные службы, жилой дом, магазины. Всем этим владела В.И. Фирсанова. Но вдруг решила продать. Нашелся покупатель — харьковский коммерсант Шполянский. Купчая на 4 млн. 225 тысяч рублей была составлена 23 октября 1917 года. А через два дня к власти пришли большевики.

Еще через два дня из дворянского отделения исчезли серебряные шайки, дорогие вазы, вазоны, ковры и многое другое. Потом — национализация. И Сандуны официально стали «Баней № 1».

Да и при советской власти они по праву оставались торговой баней номер один (то есть лучшей), но это была лишь бледная тень былого величия.

Впрочем, подобное коснулось не только Сандунов. В 1918 году все частные московские бани объявили городской собственностью, однако проблему мытья населения столицы не решили. Бань в Москве катастрофически не хватало, и люди простаивали в очередях часами. И вовсе не для того, чтобы получить массаж или советы от гадалки; помыться бы, и только! Ведь в Москве, которая для подавляющей части населения стала огромной коммуналкой, ваннные комнаты в квартирах, как правило, не были предусмотрены.

Пройдет около полувека, пока появятся всем нам известные «банно-прачечные комплексы». Хотя и в новые времена встречались бани с хорошей парилкой...



# Лохматый пес Тома Эдисона

**П**рекрасным солнечным утром два старичка сидели на скамейке парка в городе Тампа, во Флориде. Один из них упорно пытался читать книгу — как видно, она ему очень нравилась, — а другой, по имени Харольд К. Баллард, рассказывал ему историю своей жизни хорошо поставленным, звучным и отчетливым голосом, словно вещал через громкоговоритель. Под скамейкой растянулся огромный ньюфаундленд Балларда, который усугублял мучения молчаливого слушателя тем, что тыкался ему в ноги большим мокрым носом.

Перед тем как уйти на покой, Баллард преуспел во многих областях, и ему было приятно вспоминать столь содержательное прошлое. Но он столкнулся с проблемой, которая так осложняет жизнь каннибалов, а именно: с невозможностью использовать одну и ту же жертву несколько раз кряду. Стоило кому-нибудь провести некоторое время в обществе Балларда и его пса, и бедняга уж больше никогда не садился с ним на одну скамейку.

Потому-то Баллард и его пес ежедневно отправлялись в парк на поиски новых жертв. В то утро им повезло — они сразу же наткнулись на этого незнакомца. Видно было, что он только что прибыл во Флориду.

— Да-а, — произнес Баллард примерно через час, подводя итог первой части своего повествования, — за свою жизнь я успел пять раз сколотить и потерять состояние.

— Это я уже слышал, — ответил незнакомец, имени которого Баллард так и не спросил. — Эй, потише, приятель, фу, фу, фу, слышишь? — сказал он псу, который все настойчивее добирался до его щиколоток.

— Два состояния на недвижимости, два — на железном ломе, одно — на нефти и еще одно — на овощах.

— Охотно верю, — кивнул незнакомец. — Простите, пожалуйста, вы не могли бы куда-нибудь убрать своего песика? Он все время...

— Он-то? — благодушно кивнул Баллард. — Добрейшее существо в мире. Можете не бояться.

— Да я и не боюсь. Просто у меня лопнет терпение, если он будет вот так принюхиваться к моим ногам.

— Пластик, — сказал Баллард и хихикнул.

— Что?

— Пластик. У вас там есть что-то пластмассовое, на подвязках. Сам не знаю, в чем тут загвоздка, а только он разнюхает эту пластмассу где угодно — отыщет мельчайшую





## Курт Воннегут

### ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

— Неплохо сказано, совсем неплохо, — добродушно заметил Баллард. Внезапно он хлопнул незнакомца по коленке. — Эй, а вы сами-то, случайно, не занимаетесь пластиками? Я тут, понимаете, разболтался о пластиках, и вдруг выходит, что это ваше прямое дело!

— Мое дело? — медленно произнес незнакомец, откладывая книгу. — Простите, я никогда не занимался делом. Я стал бездельником с девяти лет, с тех самых пор, как Эдисон устроил лабораторию в соседнем доме и показал мне анализатор интеллекта.

— Эдисон? — удивился Баллард. — Томас Эдисон, изобретатель?

— Можете считать его изобретателем, если угодно, — вяло подтвердил незнакомец.

— То есть как это «если угодно»? Только так и не иначе! Он же отец электрической лампочки и Бог знает чего еще!

— Можете считать, что он изобрел электрическую лампочку, раз вам так нравится. Это никому не повредит. — И незнакомец снова уткнулся в книгу.

— Эй, послушайте, вы меня разыгрываете, что ли? Какой это еще анализатор интеллекта? В жизни о таком не слышал.

— Еще бы! Мы с мистером Эдисоном поклялись держать все в тайне.

— А этот самый... ну, анализатор интеллекта?.. Эдисон, он что, анализировал интеллект?

— Нет, масло сбивал, — хохотнул незнакомец.

— Ну послушайте, давайте серьезно! — сказал Баллард.

— Да?.. А не лучше ли и вправду поделиться с кем-нибудь? — вдруг вскинул голову незнакомец. — Тяжко носить в памяти тайну, молчать без конца, год за годом. Но могу ли я быть уверен, что она останется между нами?

— Слово джентльмена, — торопливо заверил Баллард.

— Да, крепче слова, пожалуй, не сыщешь, — задумчиво проговорил незнакомец.

— И не ищите. Полная гарантия, чтоб мне помереть на этом месте!

— Прекрасно. — Незнакомец откинулся на спинку скамейки и прикрыл глаза, словно отправляясь в далекое путешествие во времени. Он безмолвствовал целую минуту, и Баллард почтительно ждал. — Это было давно, осенью тысяча восемьсот девяносто седьмого года, в поселке Мэнло-Парк, в Нью-Джерси. Я был тогда девятилетним мальчишкой. Некий молодой человек — все считали, что он колдун, не иначе, — устроил лабораторию в соседнем доме. Оттуда доносились то взрывы, то вспышки — вообще там творилось что-то неладное. Я не сразу познакомился с самим Эдисоном, а вот его пес Спарки стал моим неразлучным спутником. Он был очень похож на вашего пса, этот Спарки, и мы с ним частенько носились друг за другом по всем дворам. Да, сэр, ваш пес — вылитый Спарки.

— Да что вы говорите! — Баллард был польщен.

крошку. Витаминов ему не хватает, что ли, хотя, ей-богу, питается он получше меня. Однажды слопал пластмассовую плевательницу — целиком.

Пес наконец-то обнаружил пластмассовые пуговицы на подвязках соседа Балларда и, просовывая голову то справа, то слева, примеривался, как бы получше достичь цели.

— Прошу прощения, — вежливо сказал незнакомец. Он захолопнул книгу и встал, отдернув ногу от собачьей пасти. — Мне уже пора. Всего хорошего, сэр.

Он побрел по парку, отыскал другую скамейку, опустил на нее и вновь принялся за чтение. Дыхание его только-только успокоилось, как вдруг собачий нос, мокрый, как губка, снова уткнулся ему в ноги.

— А, так это вы? — сказал Баллард, усаживаясь рядом. — Это он вас выследил. Вижу, взял след — ну, думаю, пускай себе идет, куда хочет. Да, так что же я вам говорил насчет пластика? — И с довольным видом огляделся. — Правильно сделали, что перешли сюда. Там было душновато. Ни тебе тени, ни ветерка.

— А может, он уберется, если я куплю ему плевательницу? — спросил незнакомец.



## ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

— Святая правда, — ответил незнакомец. — Так вот, однажды мы со Спарки возились во дворе и вдруг очутились у самой двери эдисоновской лаборатории. Не успел я опомниться, как Спарки турнул меня прямо в дверь, и — бам! — я уже сижу на полу лаборатории, уставившись прямо на мистера Эдисона.

— Вот уж он разозлился, это точно! — сказал Баллард, просяив.

— Я перепугался до полусмерти — вот это уж точно. Подумал, что попал в пасть к самому сатане. У него за ушами торчали какие-то проволочки, а спускались они к ящичку, что был у него на коленях! Я было рванул к двери, но он изловил меня за шиворот и усадил на стул.

«Мальчик, — сказал Эдисон. — Тьма гуще всего перед рассветом. Запомни это хорошенько».

«Да, сэр», — еле выговорил я.

«Вот уже больше года, — поведал мне Эдисон, — я ищу нить для лампочки накаливания. Волосы, струны, стружки — чего я только не перепробовал, и все впустую. Пытался думать о другом, решил заняться еще одной штукой — просто чтобы стравить пар. Собрал вот это, — и он показал на небольшой черный ящичек. — Мне пришло в голову, что интеллект — всего лишь особый вид электричества, вот я и сделал этот анализатор интеллекта. И представляешь — действует! Ты первый это узнаешь, мой мальчик... А почему бы тебе не быть первым? В конце концов, именно твое поколение увидит грандиозную новую эпоху, когда людей можно будет сортировать проще, чем апельсины».

— Что-то не верится, — сказал Баллард.

— Разрази меня гром! — воскликнул незнакомец. — Прибор-то работал. Эдисон испытал его на своих коллегах, только не сказал им, что тут к чему. И чем умнее был человек — клянься чество! — тем стрелка на шкале маленького черного ящичка все больше отклонялась вправо... В общем, я разрешил ему попробовать прибор на себе. Стрелка не сдвинулась с места, только задрожала. Но именно в тот момент мне, глупому, в первый и единственный раз в жизни удалось послужить человечеству. Как я уже говорил, с тех пор я пальцем о палец не ударил.

— Что же вы сделали? — взволнованно спросил Баллард.

— Я сказал: «Мистер Эдисон, сэр, а что, если попробовать его на собаке?»

Хотел бы я, чтобы вы своими глазами увидели, какое представление закатил пес, как только я это сказал! Старина Спарки залаял, завыл и стал царапать в дверь, чтобы выбраться вон. Когда же он смекнул, что мы не шутим и что выбраться ему не удастся, он, как коршун, бросился прямо к анализатору интеллекта и вышиб его из рук Эдисона. Но мы загнали Спарки в угол, и Эдисон прижал пса крепче, пока я присоединял проволочки к его ушам. И вот — хотите верьте, хотите нет — стрелка прошла через всю шкалу, далеко за деление, отмеченное красным карандашом!

«Мистер Эдисон, сэр, — говорю я, — а что значит вон та красная черточка?»

«Мой мальчик, — говорит Эдисон, — это значит, что прибор вышел из строя, потому что красная черточка — это я сам».

— Я так и знал, что прибор разбился! — сказал Баллард.

— Нет, прибор был целехонек. Да, сэр, Эдисон проверил его: все точно, как в аптеке. Когда он сказал мне об этом, Спарки понял, что деваться ему некуда, струсил и выдал себя с головой.

— Это как же? — недоверчиво спросил Баллард.

— Понимаете, мы же были заперты накрепко, изнутри. На дверях три запора: крючок с петлей, задвижка и обычный замок с ручкой. Так вот: пес вскочил, сбросил крючок, отодвинул задвижку и уже вцепился зубами в ручку, когда Эдисон его наконец схватил.

— Да что вы? — изумился Баллард.

— Именно! Так-так, сказал Эдисон своему псу. Лучший друг человека, а? Бессловесное животное, а?

Но этот Спарки был настоящим конспиратором. Он принялся чесаться, выкусывать блох, рычать на крысиные норы — только бы не встретиться глазами с Эдисоном.

«Очень мило, а, Спарки? — сказал Эдисон. — Пускай другие лезут вон из кожи, добывают пищу, строят жилье, топчут, убирают, а у тебя только и дел, что валяться перед камином, гонять за сучками да лезть в драку с кобелями. Ни тебе закладных, ни политики, ни войны, ни работы, ни заботы. Стоит только помахать верным старым хвостом или руку лизнуть — и твоя жизнь обеспечена».

«Мистер Эдисон, — говорю, — вы что, хотите сказать, что собаки перехитрили людей?»

«Перехитрили? Облапошили — и я об этом заявлю на весь мир! А я-то, чем я занимался целый год? Выкладывался, как раб, до последнего, лампочку изобретал... и зачем — чтоб собакам было удобнее играть по вечерам?»

«Послушайте, мистер Эдисон, — вдруг говорит Спарки...»

— Хватит! — завопил Баллард.

— Молчать! — крикнул незнакомец. И продолжил: «Слушайте, мистер Эдисон, — сказал Спарки, — почему бы нам не договориться? Давайте сохраним это дело в тайне — ведь уже не одну сотню тысяч лет все идет хорошо и все довольны. Зачем, как говорится, будить спящих псов? Вы обо всем забудете и уничтожите анализатор интеллекта, а я вам за это скажу, какую нить использовать в вашей лампочке».

— Чушь собачья! — сказал Баллард, багровея.

Незнакомец встал:

— Даю вам честное слово джентльмена. Ведь этот пес и меня вознаграждал за молчание: он подсказал мне биржевую операцию и обеспечил богатством и независимостью на всю мою жизнь. Последние слова, которые произнес Спарки, были обращены к Тому Эдисону. «Попробуйте взять кусок обугленной хлопковой нити», — сказал он. А через несколько минут его растерзала на клочки стая собак, которые собрались у дверей — подслушивали.

Незнакомец снял свои подвязки и протянул их собаке Балларда:

— Вот, сэр, небольшой сувенир в знак уважения к вашему предку, которого сгубила неумеренная болтливость. Всего хорошего.

Он сунул книгу под мышку и пошел прочь.

Перевод с английского  
**М.Н.Ковалевой**





## Дядька Марба

*В Москве, в Доме-музее Марины Цветаевой, готовится к выходу в свет книга С.В.Смолицкого «На Банковском». Она — о жизни и судьбах целого ряда ярких представителей российской интеллигенции начала и середины XX века, которые волею обстоятельств оказались тесно связаны с семьей автора. Пастернаки, Бонди, Бурлюки, А.Н.Толстой, Ю.Олеша, И.Ильф и Е.Петров, М.Булгаков, актриса Серафима Бирман, С.Я.Маршак и другие...*

*А покуда она не вышла, мы, с любезного согласия С.В.Смолицкого, решили ознакомить читателей «Химии и жизни» с несколькими ее главами. Они посвящены двоюродному прадеду автора — легендарному человеку, сегодня, увы, у нас почти забытому, жившему и умершему во Франции в 1964 году гражданину СССР, который оставил яркий след в истории медицины. Это — доктор Залманов, основоположник капилляротерапии.*

**С.В.Смолицкий**

*Италия,  
незадолго  
до начала  
Первой  
мировой...*



**ПОРТРЕТЫ**

*Нужно до конца оставаться  
молодым студентом перед  
чудесами жизни.*

А.С.Залманов

С начала — фрагмент генеалогии. Абрам Соломонович Залманов — дядя моего деда Александра Штиха, его брата Михаила и сестры Анны. Стало быть, мой двоюродный прадед. Колоритная личность!

Родился он в России в 1875 году. После окончания гимназии стал студентом медицинского факультета Московского университета. Но медицины ему оказалось мало: поступив еще и на юридический, Залманов изучает, причем очень глубоко, юриспруденцию, историю и сравнительное языкознание. Однако, будучи человеком веселым, находит время и на шутки: сочиняет пародии на профессоров, подписывая их «Мадрид Лиссабонский».

В 1899 году Абрам Залманов принял участие в организации всероссийской студенческой забастовки, за что его арестовали и на несколько недель посадили в тюрьму. Об этом времени он говорил впоследствии: «К счастью, в тамошней библиотеке было много хороших французских произведений, которые позволили мне совершенствоваться в этом языке и не терять времени».

Однако после освобождения продолжать учебу в России Залманов не мог. Он едет в Германию, в Гейдельберг, где заканчивает образование и в 1901 году становится обладателем своего первого диплома доктора медицины. Два других — в России и в Италии — он получит позже, в 1903 и 1911 годах.

Поразительно, что, изучая медицину очень глубоко и серьезно, Залманов не замыкался на ней одной: ежегодно на несколько месяцев прерывал свои занятия и путешествовал. Но смотреть на мир глазами туриста ему было скучно, и блестяще образованный доктор знакомился с жизнью на свой лад. Во время таких каникул Абрам Соломонович успел поработать

мастером на строительстве Сибирской железной дороги, контролером в поездах и репортером. Молодые силы бурлили, хотелось экзотики. Поэтому ему довелось заниматься и вовсе редкими для интеллигента делами: ходить с поморами в море за рыбой, странствовать с шарманкой по Италии, быть чистильщиком обуви на волжских пристанях и изображать араба — предсказателя судьбы.

Русско-японская война застала Залманова в Германии. Он сразу же вернулся в Россию и стал военным врачом. Закончил войну полковником медицинской службы, но, не удовлетворенный ни собственными медицинскими познаниями, ни состоянием дел в тогдашней медицине вообще, решил продолжить свое образование. Свободно владея пятью языками, стажировался у самых передовых врачей того времени в разных европейских клиниках и институтах — в Марбурге, Тюбингене, Вене, Флоренции, Неаполе, Болонье и Париже. В 1907 году его избирают членом Медицинской королевской академии Италии.

Вероятно, он часто бывал и в Москве, где озоровал с племянниками, особенно с младшим, Мишей Штихом. Одна из его итальянских фотографий, присланных Мише, очевидно, в конце какаго-нибудь учебного года, подписана явно в стиле гимназических похвальных листов: «Моему талантливому племяннику въ поощрение заслугъ на поприще хулиганства и мордобоя, а также за сквернословіе». Миша и Шура звали его «дядька Марба» (Марба — это «Абрам», если прочесть наоборот).

Женат он был неоднократно. В первые годы XX века его женой стала графиня Ольга Эммануиловна Сиверс. Тогда Абрам Соломонович руководил лечебницей в Нерви — известном курортном месте на берегу Генуэзского залива. Это примерно в двадцати километрах от Генуи, где у Ольги Эммануиловны был свой дом. Лечебница называлась «Villa Salmanoff». В рекламном проспекте лечебницы указаны два адреса: «Nervi. D-r Salmanoff» и «Москва — Д-ръ Л.С.Штихъ, Мясницкая, д. Сытова, кв. 31, тел. 142-48».

В Нерви у доктора Залманова лечились многие деятели левого движения: Георгий Плеханов, Герман Лопатин, Клара Цеткин, Роза Люксембург, Анжелика Балабанова, Инесса Арманд. Вспоминал он и о том, как к нему обращались за помощью уцелевшие матросы с «Потемкина». Доктор находил для них работу и помогал материально.

Племянница Германа Лопатина Злата Александровна вскоре стала граж-

данской женой Залманова, и в 1912 году у них родилась дочь Лидия.

Злата Александровна воспитывалась под сильным влиянием дяди-революционера, поэтому взглядов придерживалась прогрессивных, свободных, думаю, даже и по нынешним меркам. После рождения дочери какое-то время жили все вместе — Ольга Эммануиловна (официальная жена), Абрам Соломонович и Злата Александровна с дочкой. В Италии в то время, наравне с итальянским гражданским кодексом, действовал также знаменитый кодекс Наполеона. В соответствии с его положениями, в свидетельстве о рождении дочери Злата Лопатина указала, что является матерью и отцом новорожденной.

Вместе с Залмановым Злата Александровна прожила недолго. По воспоминаниям ее внучки, одной из любимых поговорок бабушки была такая: у настоящей женщины в доме не должно быть мужчин и тараканов.

Лидию, дочь Златы, в семье звали Литли, официально — Литли Абрамовна Лопатина. Впоследствии она была дружна со Штихами, даже какое-то время жила на Банковском с матерью, мужем и дочерьми в крохотной комнатке, отгороженной от кухни.

Когда началась Первая мировая война, полковник медицинской службы Залманов был назначен комендантом санитарного поезда. В этом поезде в октябре 1914 года побывал Алексей Толстой, писавший очерки с театра военных действий. Упомянут в них и наш родственник:

«Веселый и шутливый дух в нашем поезде поддерживается Абрамом Соломоновичем Залмановым, он — человек с неутомимой силой и страшной жадностью к жизни. Небольшого роста, красивый, чисто выбритый, черный, с глазами всегда точно невинными... От санитаря до врача, — всем в нашем поезде понемногу внушил Залманов это приподнятое отношение; работе ли, отдыху ли, веселью отдавать все силы. Некоторые еще сопротивляются, конечно, но молодежь восприняла его дух, и наш поезд считается образцовым. Вообще для русской молодежи подобный пример человека очень полезен» (очерк «По Галиции»).

Сам Залманов вспоминал эти времена пятьдесят лет спустя в письме к Мише: «(Я) остался тем же озорным студентом 40 лет, который водил моего приятеля А.Н.Толстого во время войны 1914 года на цепочке и демонстрировал его как сына персидской королевы и леопарда. Толстой брал шапку в зубы и пытался собирать медяки. Больные, собравшиеся

толпой, медяков не клали, но верили в зоологическое и геральдическое происхождение Толстого».

Не нужно думать, что жизнь в санитарном поезде была сплошным весельем. В очерке Толстого есть и другие слова: «Все эти веселые беззаботные люди десять дней назад вывезли из-под шрапнели и пуль пятьсот раненых солдат и сейчас ждали одного — как бы вновь допустили их подальше к самым боям».

**В** 1915 году Абрам Соломонович Залманов получил чин генерала медицинской службы и должность старшего врача, руководителя санитарных поездов.

Будучи лично знакомым со многими русскими революционерами, Залманов через них, то есть заочно, знал и Ленина, который часто передавал ему приветы. Поэтому совершенно естественно, что после революции Абрам Соломонович получил ряд высоких постов в Наркомздраве. Так, в числе прочего, его назначили директором всех курортов и организатором борьбы с туберкулезом. Залманов участвовал и в законодательной работе: благодаря ему был принят закон, запрещавший строительство заводов ближе пятнадцати километров от городов.

Тогда же он познакомился с Лениным уже лично и на время стал его и Н.К.Крупской персональным врачом. Потом, много лет спустя, в 60-е, он описал свою деятельность того периода в письме к генерал-майору в отставке М.П.Еремину — коллекционеру, собирателю документов для музея Ленина:

«Узнавши в октябре 1918 г., что я в Москве, Владимир Ильич захотел лично со мной познакомиться».

Жил он в маленьких трех комнатах. В одной жила Мария Ильинична, в другой — Владимир Ильич и Надежда Константиновна, в третьей, промежуточной, находился крошечный кабинет. Не было лифта. У Надежды Константиновны была базедова болезнь. Сердце было расширено, и мне стоило больших трудов настоять, чтобы





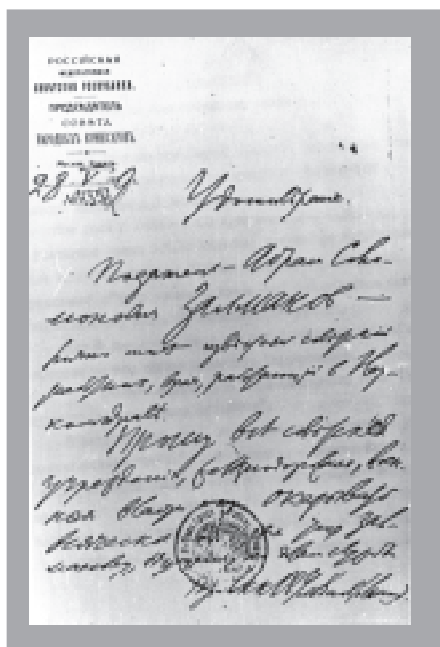
был сооружен подъемник, так как подниматься на третий этаж было очень трудно для слабого сердца Надежды Константиновны. Обстановка была спартанская. С трудом удалось мне перевести на один-единственный месяц Крупскую в детскую санаторию в Сокольниках.

По пятницам в 7 часов вечера за мной приезжал автомобиль из Кремля. У меня был пропуск в Кремль в любое время дня и ночи.

Если никого из приглашенных не было, Владимир Ильич беседовал со мною на политические, исторические и литературные темы, а также о положении дел на фронтах Гражданской войны. Изредка после многих напоминаний удавалось мне уговорить его по воскресеньям покататься в открытом автомобиле. Никак не могу себе объяснить, чем я заслужил такое к себе отношение. Пациент он был на редкость непослушный. Оба они — он и Крупская — не были в состоянии долго лечиться... Наша беседа всегда носила характер разговора двух студентов, до того Владимир Ильич был прост и ни одним словом, ни одним жестом не подчеркивал своего исключительного положения в мире».

В слово «студент» Abram Соломонович вкладывал особый смысл — тут была для него и философия, и жизненная позиция. Уже в глубокой старости он повторял: «Нужно до конца оставаться молодым студентом перед чудесами жизни». Эти слова мне показалось нужным вынести в эпиграф к главе о докторе Залманове.

**Н**у а дальше случилось то, что я называю «крымская одиссея». 20 марта 1919 года Ленин подписал декрет «О лечебных местностях общегосударственного значения». Для его реализации в Крым был направлен доктор Залманов в качестве уполномоченного Совета Народных Комиссаров РСФСР. Для исполнения полномочий Залманову выдали мандат. На бланке СНК РСФСР у Ленина написано:



*Удостоверение  
Податель — Abram Соломонович  
Залманов — лично мне известный  
советский работник, врач, работаю-  
щий в Наркомздраве.*

*Прошу все советские учреждения,  
железнодорожные, военные власти  
оказывать всяческое содействие вра-  
чу Залманову, едущему по делам  
службы.*

*Пр. СНК В. Ульянов (Ленин).  
28.V.1919.*

Вместе с Abramом Соломоновичем в качестве секретаря отправился его племянник — Михаил Штих (поехал на летние каникулы, и командировка не должна была быть долгой).

**С**пустя годы Михаил Львович вспоминал эту поездку: как они ехали в отдельном спецвагоне, как он бегал с мандатом Ленина, требуя, чтобы вагон прицепляли куда надо.

В конце концов прибыли в Симферополь. Выйдя из вокзала на улицу, они (два еврея с мандатом Ленина в кармане!) узнали, что в городе — белые, а на ближайшем перекрестке — казачий патруль, который проверяет документы граждан. Деваться, казалось бы, некуда. Но Залманов выбрал лучший способ обороны — нападение.

В то время как племянник (по собственным его словам) уже прикидывал, на каком из фонарей их сейчас будут вешать, дядя стал громко воз-

**Благодаря этому документу  
доктор Залманов мог проходить  
в Кремль в любое время суток**

**Узнаете?**

**Почерк В.И.Ленина!  
Он собственноручно  
выписал удостоверение  
доктору Залманову**



## ПОРТРЕТЫ

мущаться и потребовал, чтобы их отвели к офицеру. Последний оказался неподалеку. Когда родственники предстали перед ним, Abram Соломонович сказал:

— Господин офицер, мы — врачи из Москвы, и даю вам слово интеллигентного человека, никаких документов у нас нет. Вы верите слову интеллигентного человека?

Хорошо, что слову интеллигентного человека офицер поверил...

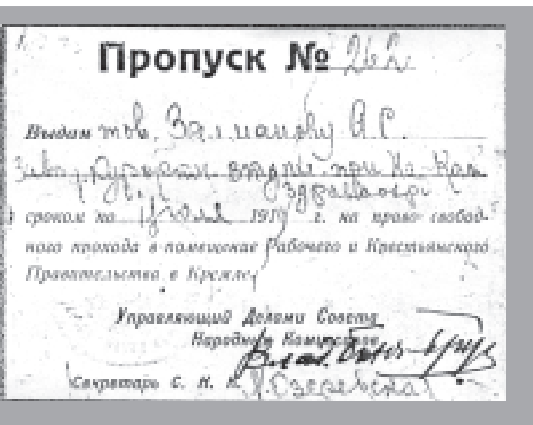
Однако командировка затянулась. Перебираться через линию фронта с советскими документами было очень опасно. Дядя с племянником пробовали попасть в Москву через меньшевистскую Грузию, но из этого тоже ничего не вышло. И еще проблема — призыв: за время крымской эпопеи Миша дважды являлся на медкомиссию по призыву в Белую армию. В результате Мишино консерваторское удостоверение украсилось двумя печатями и записью:

*«Подвергался 8 августа 1919 года в Ялтинском Уездном по воинской повинности присутствию поверочному освидетельствованию и признан совершенно неспособным к военной службе по статье 56 расписания болезней».*

19 сентября 1920 года провели повторное освидетельствование, но освободили Михаила от службы уже по статье 17. Я не искал тогдашнего «Расписания болезней» и причины Мишиного освобождения от службы не знаю. Как не знаю и того, была ли тут причина настоящая или призывник умело «косил», пользуясь квалифицированными советами врача-дяди.

Вернуться домой они смогли только после взятия Крыма красными, пробыв «в командировке» больше года. Однако двинулись из Крыма почему-то разными путями: Abram Соломонович поехал на поезде, а Миша — морем, на старой, романтического вида парусно-моторной шхуне «Риск». В итоге Залманов оказался в Москве 14 ноября 1920 года, а Миша пережил новые приключения.

Название судна — «Риск» — оказалось пророческим: начавшийся шторм



более недели мотал потерявшую управление шхуну, и, когда он утих, оказалось, что паруса порваны, а двигатель не работает. В общем, после всяческих мытарств, переболев двусторонним воспалением легких, Михаил Штих попал в Москву только в конце зимы 21-го года. А до того, в течение нескольких месяцев, родные ничего о нем не знали. Когда он вернулся, его долго мыли (как он сам говорил, третьей водой еще можно было заправлять авторучки), а потом два врача — отец с дядькой — провели тщательнейший осмотр вернувшегося блудного сына. «Счастлив твой бог, Михайла», — резюмировал дядя.

**Е**сли только что описанное я называл выше «крымской одиссеей», то нижеследующей подглавке справедливо дать название «Великий лекарь».

Через год после возвращения из Крыма Залманов навсегда покинул Россию. Свой отъезд он описывал так:

«В ноябре 1921 года, когда накопилось у меня сознание неполноты моих знаний, я поделился моим нравственным состоянием с Владимиром Ильичом. Он спросил меня: «А если вам дать возможность выехать за границу?» Я ответил, что попытаться отыскать что-нибудь новое в основах. Назавтра я получил паспорт, деньги на дорогу и место в дипломатическом вагоне. На вокзал меня отвозил т. Гиль — шофер Ленина».

Итак, Залманов снова едет в Германию. Там он знакомится с книгой Августа Крога об анатомии и физиологии капилляров. Этот труд датского ученого, удостоенного Нобелевской премии в 1920 году, сильно повлиял на Абрама Соломоновича, и он направился в Тюбинген, к продолжателю работ Крога, профессору Мюллеру, чтобы учиться у него. Залманов — снова студент, в 46 лет.

Он работает в разных клиниках Европы. Однако уже вскоре пребывание в Германии, а затем в Италии стало опасными для врача-еврея, к тому же с советским паспортом (замечу: Залманов до конца жизни остался гражданином СССР). Абрам Соломонович с женой Надеждой Сергеевной и сыновьями Андреем и Даниилом перебирается в Париж, где опять плодотворно работает. К нему приезжают его ученики и пациенты из Германии и других стран. Слава доктора, который успешно справляется со многими трудными случаями, распространяется широко. У него лечатся титулованные особы и члены правительств многих стран.

Но начинается Вторая мировая война, немцы оккупируют Францию. Сын Андрей становится участником Сопротивления...

Тогда в Париже, при немцах, Залманова нашел его гейдельбергский ученик — военный врач, высокий чин в германской армии. Он предложил учителю возглавить Парижский госпиталь. Но доктор Залманов отказался: «Я — гость Франции. Франция мне этого не предложила, и я не могу принять этого от вас». В бесчеловечных условиях самой жуткой из войн Абрам Соломонович продолжал жить по правилам человеческой порядочности.

Из-за начавшейся болезни он попал в больницу. Кто-то выдал, что он еврей. Его должны были забрать немцы, однако о доносе стало известно друзьям. Бежать больной доктор уже не мог, но Бог упас его и на этот раз. И снова, как и в Крыму, избавление произошло в стиле детектива: сын Андрей явился в больницу, переодевшись в эсэсовскую форму, и увез отца по подложным документам. (Впоследствии Андрей, кавалер ордена Почетного Легиона, жил в Будапеште. Московские родственницы — единокровная сестра Литли и ее дочь встречались с ним.)

И все-таки в июне 1941 года, когда началась война Германия с Советским Союзом, Залманова арестовали. Его привели на допрос и поставили перед сидевшим за столом молодым лейтенантом СС. Доктор сказал: «Я — русский генерал медицинской службы и никогда не видел подобно-го поведения младших по званию: сидеть перед старшим». То есть он опять оборонялся нападая. И опять победил: отныне на допросах ему было позволено сидеть. Немецкие офицеры отдавали ему честь. Вдумайтесь: офицеры СС отдают честь арестованному еврею, генералу русской армии, бывшему личному врачу главного коммуниста всех времен и народов! Такого не сочинишь... Вскоре его отпустили под полицейский надзор, но он продолжал тайно лечить бойцов Сопротивления...

До самой смерти доктор Залманов прожил во Франции. Энциклопедически образованный и мыслящий очень широко, Абрам Соломонович был недоволен главным направлением, по которому развивалась медицина в XX веке. Он считал, что антибиотики, химические препараты и прочие средства официальной фармакологии слишком грубо вмешиваются в работу организма — мешают ему самостоятельно справиться с истинными причинами болезней. Полагая, что залог здоровой жизни — в поддержании пра-

вильных обменных процессов, которые протекают в пронизывающих все тело человека капиллярах, Залманов разработал способы диагностики и лечения многих заболеваний. Свой метод он назвал капилляротерапией.

Для лечения широкого спектра внешне совершенно не похожих друг на друга болезней Абрам Соломонович применял ванны. Добавляя в воду натуральные продукты — живичные скипидары, настои сена, листья грецкого ореха и другие природные вещества (и тонко дозируя температуру раствора и продолжительность процедур), Залманов добивался поразительных успехов. Свои взгляды и опыт он систематизировал в трех фундаментальных трудах. Книги «Тайная мудрость человеческого организма», «Чудо жизни» и «Тысячи путей к выздоровлению» вышли в Париже соответственно в 1958, 1960 и 1965 годах. Они переведены на несколько языков и опубликованы во многих странах.

Экземпляр своей первой книги «Secrets et sagesse du corps» Абрам Соломонович прислал племяннику, Михаилу Львовичу Штиху, с надписью: «Милому, дорогому Мише на память о престарелом, но не устаревшем спутнике нашей молодости. «Умереть молодым въ 90 лет!» Вся жизнь был верен этому лозунгу. Твой А.Залманов. Paris. 1-IX-1961». (Забавная деталь: Абрам Соломонович, свободно владевший пятью европейскими языками и переводивший стихи Пушкина на французский, ошибся в русском правописании: вся надпись выдержана в правилах советской орфографии, но в предлоге вдруг выскакивает дореволюционный «ъ»). Видимо, русским письменным доктор теперь пользовался нечасто.)

После присылки книги между дядей и племянником завязалась переписка. Абрам Соломонович очень живо описывал свой образ жизни и некоторые взгляды — медицинские и общие. Вот выдержки из его писем.

«Милый мой Мишуха.

Каждый день собираюсь писать и каждый день: «звоны, стоны, телефоны».

Звонят, пишут, осаждают, досаждают. За всю свою жизнь не приходилось мне столько работать в ультрасущенном времени, как последние 3 года, когда я ухитрился стать сверхмолодым писателем в сверхпочтенном возрасте. Кроме приема 4 раза в неделю при 6-ти часах работы должен просматривать две французских газеты, одну итальянскую, 2 французских больших еженедельника, один швейцарский, не говоря уже о меди-



цинской и биологической литературе. Кроме того, каждую неделю просматриваю 2 — 3 свежеспеченных книги по самым разнообразным вопросам и... все-таки собираю материалы и строю 3-й том...

Вчера получил письмо от одного московского профессора, крупнейшего физиолога, который заочно желает лечиться у меня по моему методу. Это почище калоши на Кузнецком мосту... Вот уж никогда не рассчитывал на интеллектуальный флирт с Академиком, ибо был, есть и пребываю ультраантиакадемиком и остался тем же озорным студентом...

А главная моя работа — демистификация взглядов и учений о мире... Когда пишу по-французски или по-русски, изгоняю из моих строчек ученый жаргон. Все можно писать простым, для всех понятным языком...

Не выношу пустых разговоров. Все время учусь...

В третьем томе, если не исчезну до его окончания, будет напечатана глава об историческом процессе, о его психических двигателях от Пунических войн до 1962 года...

Помнишь, как в августе 1914 г. я гулял с тобой в гимназической фуражке по Мясницкой? Молодое озорство меня не покинуло. Сейчас озорничаю только на моих консультациях, чтобы едкой шуткой, молниеносным сравнением оживить мрачный душевный строй моих запуганных больных...

На приеме исцеленные пациенты смотрят на меня по-собачьи преданными глазами, почти поют реквием в честь моего торжественного заката, а когда после моей медицинской мессы выхожу на улицу, мне до смерти хочется поднять по-собачьи ногу у фонаря, чтобы ошарашить моим жестом ультрашикарную парижскую даму».

Это написано, когда Абраму Соломоновичу было 86 лет. А за пару лет до этого он спрашивал в письме свою дочь: «Читала ли ты роман Дудинцева в «Октябре»? Известна ли тебе речь Паустовского в Союзе советских писателей 22 октября 1956 г.?»

Откуда этот человек черпал силы и как находил время, чтобы знать обо всем, я не понимаю. И еще: «Когда устаю... пишу стихи». Нет, чтобы рассказать о нем по-настоящему, нужен талант Рабле...

В своих письмах старый доктор делится радостью: его книги переводят, печатают, читают во многих странах. Кроме изданий во Франции, Германии и Италии, его вскоре напечатали на португальском в Бразилии. Тут он вспомнил свой юношеский псевдоним — Мад-

рид Лиссабонский: «На старости мое озорство дойдет до Лиссабона». И с особой радостью он встретил известие об издании своей первой книги в СССР: «У меня большая новость: 1-й том моей книги выйдет в издательстве Академии наук... Нашлись издатели-друзья среди профессоров и врачей, которым пришлось по душе мое мировоззрение, и вот — такой неслыханный сюрприз».

Однако дело затянулось: кроме «издателей-друзей» нашлись и коллеги-недоброжелатели. Своей книги на русском языке доктор Залманов так и не увидел.

Как и многие русские интеллигенты, Абрам Соломонович был не способен извлекать материальную выгоду из своей работы. Его финансовые дела обстояли неважно.

*От шумной славы я сгораю,  
Как без подпитки огонек.  
Обалдеваю и теряю  
Рассудок, вес и кошелек.*

И дальше: «Если мои финансы поправятся, хотел бы тебя выписать на пару месяцев в Париж», — сообщал он Мише за год с небольшим до смерти. Эта мечта не сбылась.

**С**вой любимый лозунг, надписанный на подаренной Мише книге, Абрам Соломонович сумел воплотить в жизнь буквально: он прожил почти 89 лет, до последних дней работал, был сухопар, подвижен, элегантен и безразличен к женщинам. Читал без очков. Выкуривал более пачки сигарет в день. Умер за письменным столом в своем кабинете 20 января 1964 года.

Во французском журнале «Новости. Больничные архивы» был напечатан большой некролог. Автор, Роже Нейман, писал:

«Врач, удивительная медицинская карьера которого началась в Москве в 1893 году, сам поставил себе последний диагноз уносящей его болезни, связанной с выходом из строя легких. До последнего момента жизни он подавал всем окружавшим его людям

удивительный пример мужества и человеческого достоинства. Он улыбался, чтобы смягчить трагичность момента, которую хорошо осознавал. Улыбался, зная, что умирает. Несмотря на его преклонный возраст, уход его, смерть доктора Залманова всех поразила. Многие жизни и умы были связаны с ним невидимыми нитями. Не только врач и ученый, он был им советчиком, другом и духовным отцом».

Сегодня его метод лечения признан во многих странах, периодически проводятся встречи последователей доктора для обмена опытом. На последнем таком собрании в Париже в феврале 2000 года были представлены двенадцать клиник из Франции, Англии и Италии, практикующих «скипидарные ванны по Залманову».

К сожалению, на родине, в России, ни одна из книг Абрама Соломоновича до сих пор не издана целиком. «Тайная мудрость» печаталась дважды — в 66-м и 91-м году, оба раза сокращенная почти вдвое. И это несмотря на то, у нас в стране много его последователей и почитателей. О Залманове пишут книги. В них плоды его трудов именуют зачастую уже не методом, а учением. Один из авторов таких книг — Олег Мазур — ставит имя Залманова «в один ряд с именами Гиппократ, Авиценны, Галена, Везалия, Парацельса и других корифеев медицинской науки». Со мной связался доктор Юрий Яковлевич Каменев из Петербурга, он давно лечит по методу Залманова, собирает документы о нем, всячески популяризирует теорию капилляротерапии. Говорит, что считает целью своей жизни издание всех трудов Абрама Соломоновича на русском языке в полном объеме и открытие в Петербурге музея Залманова. Сам доктор Каменев пишет книгу «Трудный путь доктора Залманова в Россию».

Да, труден путь в Россию...





## КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

### Клубника для астронавтов

Американские ученые выяснили, что клубника на десерт помогает астронавтам успешнее справляться с работой в длительных космических полетах. Замороженная клубника вошла в меню космонавтов с самого начала. Теперь ее особая полезность доказана экспериментально.

В лабораторных условиях крыс облучали искусственно созданными «космическими» лучами и ежедневно кормили клубникой. Оказалось, что порция замороженной ягоды улучшила работу мозга подопытных животных. Бернард Рабин из Мерилендского университета в Балтиморе считает, что подобные добавки к космическому рациону смогут в будущем защитить астронавтов от последствий длительного радиоактивного облучения (по сообщению агентства «Nature News Service» от 10 ноября 2003 г.).

Люди, совершающие полеты над защитным магнитным полем Земли, находятся под воздействием космических лучей — потоков частиц высокой энергии. Крыс, облученных лабораторным эквивалентом таких лучей, оказалось сложнее обучить чему-либо, их поведение не всегда было мотивированным. Если длительность космических полетов будет увеличиваться, возможно, с похожими проблемами столкнутся и астронавты.

Во время эксперимента крыс держали на диете в течение восьми недель. 2% их рациона составляла замороженная клубника, остальные 98% — стандартная лабораторная еда. Затем грызунов облучали в течение минуты. Тестирование показало, что животные, которых кормили клубникой, были сообразительней и активней. Например, они прикладывали вдвое больше усилий, пытаясь нажать на рычаг и получить в качестве вознаграждения еду.

Причина столь благотворного воздействия клубники на организм пока не ясна. Эдвард Спенглер из Национального института старения в Мериленде говорит, что в голубике есть особые молекулы, которые задерживают процесс старения мозга крыс. Возможно, подобные химические вещества в клубнике защищают клетки мозга от губительных космических лучей.

*М.Егорова*

Пишут, что...



...французские физики получили при температуре 10 микрокельвинов двухатомные молекулы из атомов гелия размером в 8–60 нм, что уже соизмеримо с вирусами («Physical Review Letters», 2003, т.91, с.073203)...

...в созданном в США проводе, в котором сверхпроводящие волокна включены в металлическую матрицу, электрический ток может быть в 140 раз больше, чем в медном проводе такого же сечения («Неорганические материалы», 2003, № 8, с.1023)...

...амплитуда спада общего содержания атмосферного озона в последней четверти XX века не превышает уровня его естественных колебаний в прошлом («Доклады Академии наук», 2003, т.392, с.684)...

...свыше 80% мирового производства энергии дают органические виды топлива, около 6% — гидростанции и примерно столько же АЭС («Металловедение и термическая обработка металлов», 2003, № 8, с.4)...

...на начало 2003 года в мире эксплуатировали 441 блок АЭС в 31 стране («Атомная техника за рубежом», 2003, № 7, с.12)...

...в течение XX века мировая добыча золота возросла более чем в пять раз и теперь составляет около 2500 т в год («Геология рудных месторождений», 2003, № 4, с.305)...

...возможные изменения радиуса нашей планеты в геологическом прошлом не превышают одного процента, поэтому ни о какой «пульсирующей» Земле говорить не приходится («Геотектоника», 2003, № 5, с.93)...

...НАСА установила жесткие ограничения на распространение любой информации, касающейся состояния здоровья астронавтов, как участвующих в полетах, так и проходящих наземную подготовку («Физиология человека», 2003, № 5, с.15)...





...швейцарские генетики обнаружили ген человека, который сильно влияет на кратковременную память («New Scientist», 25 октября 2003, с.17)...

...предложена гипотеза, согласно которой долговременная память человека связана с процессом образования новых нейронов («Журнал высшей нервной деятельности», 2003, № 4, с. 460)...

...в США создали биочип, на котором присутствуют 50 тыс. последовательностей нуклеотидов из генома человека, соответствующие всем известным генам, а также кандидатам на это звание («Science», 2003, т.302, с.211)...

...в развитии хронических кожных заболеваний большую роль играют психические травмы, психоэмоциональные расстройства («Психологический журнал», 2003, № 5, с.92)...

...есть гипотеза, что нормальная микробиота человека, а также некоторые патогенные микробы сдерживают развитие опухолей («Биохимия», 2003, № 9, с.1173)...

...общее число видов растений, животных и микроорганизмов на Земле, согласно оценкам, составляет 5–30 миллионов («Вестник МГУ, серия Философия», 2003, № 5, с.23)...

...наследование приобретенных признаков вполне согласуется с представлениями современной молекулярной биологии («Журнал общей биологии», 2003, № 5, с.404)...

...термин «энтропия» часто используют без четкого понимания его смысла, поэтому термин надо исключить из философского и культурного обихода («Вопросы философии», 2003, № 10, с.112)...

...в настоящее время известно около 80 минералов, которые входят в биоминеральные композиты живых организмов («Журнал структурной химии», 2003, № 4, с.678)...



## Встроенный детектор лжи

Сотрудники Гарвардского университета Дэниел Шактер и Скотт Слотник выяснили, что, когда человек вспоминает что-то правильно или неправильно, активность его мозга различна. Это открытие означает принципиальную возможность создания теста на ложные воспоминания, некоего детектора лжи для мозга.

В эксперименте, проведенном американскими учеными, участникам сначала предложили посмотреть на комплект фигур разной формы. Затем показывали одну фигуру — либо полностью совпадавшую с ранее предъявленной, либо настолько похожую на нее, что отличить их было практически невозможно. Одновременно проводили сканирование мозга испытуемых. Оказалось, что, если фигура была узнаваема правильно, в зрительной области коры головного мозга наблюдалась повышенная активность — выше той, которая появлялась, когда человек был уверен, что опознал фигуру правильно, но это не соответствовало действительности.

Аналогичный эффект проявился, когда вместо геометрических фигур был предъявлен список слов, только в этот раз активизировались слуховые области мозга. То есть именно сенсорные отделы мозга, а вовсе не те, что отвечают исключительно за память, были деятельнее, когда информация воспроизводилась точно.

В то же время выяснилось, что бессознательная память гораздо точнее, чем сознательная. Повышенная активность в сенсорных областях мозга наблюдалась всегда, когда человек видел фигуру из ранее предъявленных, вне зависимости от того, правильно ли он ее идентифицировал или нет. Другими словами, даже тогда, когда доброволец утверждает, что не узнал объект, мозг не «спит», а реагирует.

Йоко Окадо из университета Джона Хопкинса, которая занимается проблемами «ложной» памяти, согласна, что однажды на основе различий в мозговой активности при точных и неточных воспоминаниях может быть создан детектор лжи. «Хотя истинные и ложные воспоминания в мозгу обрабатываются одинаково, у тех и других есть весьма характерные особенности, которые требуют дальнейшего изучения», — говорит Окадо (по сообщению агентства «New Scientist» от 9 ноября 2003 г.).

Сам же Шактер предостерегает от поспешных выводов: все эффекты, о которых говорилось выше, — это усредненная мозговая активность, результат множества опытов с разными людьми. Пока невозможно утверждать, происходит ли то же самое в любом отдельно взятом мозгу.

Е.Сутоцкая



**Н.А.КУЗНЕЦОВОЙ**, Москва: *Сосновые почки для лекарственных сборов заготавливают в феврале — марте, до начала интенсивного роста (когда почки набухают, но еще не распускаются); для сбора полагается получить разрешение лесничества; собирать почки в городских лесопарках не советуем.*

**Н.ПУЧКОВУ**, письмо из интернета: *Как нам сообщили разработчики воздухоочистительного прибора «Aerolife», если прибор начал издавать неприятный запах, это означает, что он работает на предельной мощности, то есть воздух в вашем помещении, увы, загрязнен очень сильно.*

**В.М.КОВАЛЬЧУКУ**, Санкт-Петербург: *Художественные акриловые краски действительно высыхают не-обратимо, однако при длительном замачивании в воде сухая краска набухает и отслаивается от поверхности, так что ее можно удалить механически; если повезет, то и с одежды.*

**Г.Н.ФИЛИППОВОЙ**, пос.Орджоникидзевский, Республика Карачаево-Черкесия: *Медные монеты можно чистить трилоном Б, можно — смесью зубной пасты, мелко истертой пищевой соды и нашатырного спирта, а лучше всего, как считают опытные нумизматы, вообще не чистить, чтобы не нанести коллекционному экземпляру необратимых повреждений.*

**И.В.СВЕРДЛОВУ**, Томск: *Дразнение меди в доиндустриальной металлургии — бросание бревна в емкость с расплавленным металлом, на что медь реагировала бурлением, шипением и восстановлением оксидов.*

**Т.М.ВАЛЬСКОЙ**, Йошкар-Ола: *Сассафрас лекарственный — североамериканское растение из семейства лавровых (Sassafras officinale, S.albidum, Laurus sassafras); плотные трехлопастные листья идут как приправа в рыбным блюдам, а из корней заваривают чай.*

**А.ДАНИЛОВУ**, Екатеринбург: *Морским зайцем в русской биологической литературе называют и тюленя лах-така, и моллюска аплизию; первый из зайцев — зверь промысловый, второй — экспериментальный.*

**СПАМЕРУ** под псевдонимом Компьютерная Помощь: *Спасибо за предложение «снять порчу с наших компьютеров», но мы привыкли это делать сами — хороший эффект дает, в частности, ритуальное перекалывание с места на место кабелей локальной сети, а также поднесение компьютерному гремлину стопочки вина, предпочтительно красного.*

Кандидат биологических наук  
**А.В.Янковский,**  
**К.А.Станюкович**

## Гостья из Эоцена

**К**огда-то климат на территории современной Прибалтики был теплым и влажным. Тогда по берегам древнего Балтийского моря росли необычные хвойные деревья — *Pinites succulinifer*. Они обильно выделяли смолу, и в ее прозрачных каплях нередко вязли насекомые, навсегда оставаясь в кусочках янтаря моментальными трехмерными снимками давно ушедшей эпохи. К сожалению, существовали чудо-деревья по историческим меркам не так уж и долго: они возникли 70 млн. лет назад, а 20 млн. лет назад их не стало.

Современным ученым остается только сожалеть об этом. Ведь в янтаре облик давно вымерших существ сохраняется наилучшим образом: иногда удается разглядеть каждую жилку, каждый усик. Благодаря находкам в балтийском янтаре описа-

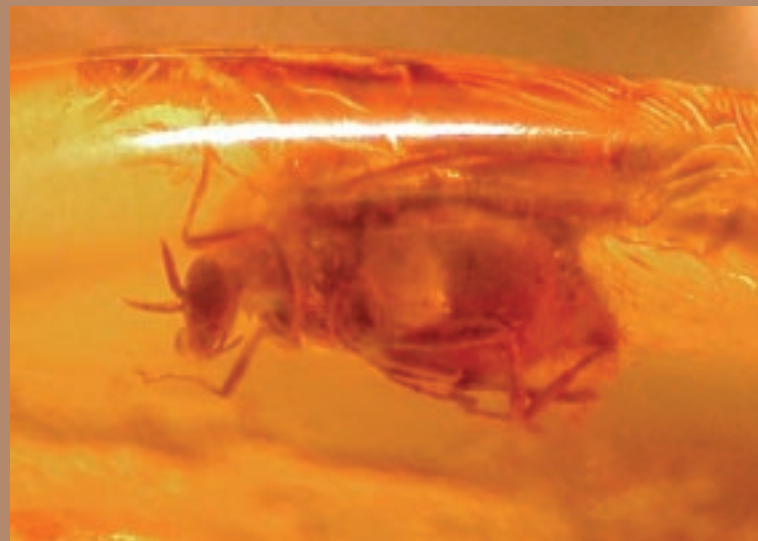




Фото Л.П. Флячинской



## ФОТОФАКТ

Но чаще всего в нем встречаются двукрылые — их описано около 450 видов. Правда, самое большое число находок — это комары-звонцы (*Chironomidae*), а вот мошки (*Simuliidae*), с более мощным сложением, в янтаре обнаруживаются исключительно редко. До сих пор в руки ученых попало только пять экземпляров «солнечного камня» с этими насекомыми внутри, и лишь одна находка оказалась настолько хороша, что систематикам удалось подробно описать ее. Это сделал в 1936 году профессор И.А.Рубцов.

но около 60 видов муравьев и почти 500 видов жуков, населявших нашу планету в ту эпоху, когда уже были деревья, но еще не было трав и только-только возникали предковые формы копытных. В янтаре оказались замурованными даже мелкие животные: известна находка лягушки и двух ящериц третичного периода.

И вот второй качественный экземпляр. Этот уникальный кусочек янтара (см. фото) найден Р.Бернотиене из Института экологии Литовской АН близ Паланги в 1990 году. Насекомое, заключенное в нем, описано ею и А.В.Янковским из Зоологического института РАН как новый для науки вид.

Янтарь сберегает нежные организ-

мы настолько надежно, что из них можно извлечь ДНК и проанализировать ее, поэтому сюжет фантастического фильма «Парк юрского периода» нельзя назвать абсолютно антинаучным. Там динозавров воссоздали по ДНК, извлеченной из крови ящеров, сохранившейся в желудке комаров. Не исключено, что следы крови какого-нибудь ископаемого животного можно обнаружить и в желудке нашей мошки, тем более что это самка (самцы мошек кровью не питаются).

Только это наверняка не кровь холоднокровных ящеров. Мошки тем и отличаются от прочих кровососущих двукрылых, что они нападают только на теплокровных. Между тем отряд *Simuliidae*, судя по палеонтологическим данным, обособился не позднее чем 210–220 миллионов лет назад, а отпечатки мошек, очень похожих на современных, впервые появляются в слоях, которым не менее 180–190 миллионов лет.

Это означает, что уже в середине мезозоя должны были существовать теплокровные прокормители мошек. Ученые склоняются к тому, что ими могли быть птерозавры, летающие ящеры, покрытые шерстью, которые имели четырехкамерное сердце (как у млекопитающих и птиц) и были теплокровными. Эти рептилии возникли в юрском периоде и вымерли в конце мелового, но потом, на радость мошкам, появились птицы и звери. Так что голодать не пришлось: новых прокормителей мошки честно поделили. Одни насекомые обзавелись коготками, удобными для закрепления на шерстинках, а другие — такими, которые помогали им удерживаться на бородах пера. У нашей мошки коготки орнитофильного типа, значит, она нападала на птиц. Так что нам с вами опасаться ее не стоит, даже если когда-нибудь это ископаемое существо удастся воссоздать по его ДНК.

Впрочем, таких планов никто пока не строит. Следовательно, возможность разглядеть необычное создание есть только у немногих ученых, да еще у читателей «Химии и жизни».





International Symposium on

ASCMC  
MOSCOW 04

# Advances in Synthetic, Combinatorial and Medicinal Chemistry

World Trade Center-Mezhdunarodnaya Hotel,  
**MOSCOW, Russia**  
**May 5 – 8, 2004**

Symposium Chairman:  
**K.C. NICOLAOU, Scripps, UCSD, USA**

The topics to be covered during this symposium include:

- New Synthetic Methodologies, Total Synthesis of Natural Products and Heterocyclic Chemistry
- Combinatorial Chemistry, Diversity- and Target-Oriented Synthesis
- Medicinal Chemistry and Drug Discovery & Development

The scientific program of the symposium will encompass: 15 Plenary Lectures, 14 Major Talks, 10 short Oral Communications, a half-day Business Mini-Symposium «Discovery Chemistry Outsourcing Opportunities in Russia», as well as a major poster session, a commercial exhibition and an extensive social program.

#### CONFIRMED PLENARY SPEAKERS

Prof. Sir J. BALDWIN, Oxford University, UK  
Prof. T. BARTAL, The Scripps Research Institute, USA  
Prof. J.-E. BÄCKVALL, Stockholm University, Sweden  
Prof. V. N. CHARUSHIN, Ural Technical University, Russia  
Prof. F. DIEDERICH, ETH, Switzerland  
Prof. A. FUERSTNER, Max Planck, Germany  
Prof. S. HANESSIAN, University of Montréal, Canada  
Prof. V. A. KABANOV, Academy of Sciences, Russia  
Prof. J. MULZER, University of Vienna, Austria  
Prof. K.C. NICOLAOU, The Scripps Research Institute, UCSD, USA  
Prof. N. A. PETASIS, University of Southern California, USA  
Prof. Dr. K. B. SHARPLESS, The Scripps Research Institute, USA  
Prof. M. SHIBASAKI, University of Tokyo, Japan  
Prof. E. J. SORESEN, Princeton University, USA  
Prof. N. S. ZEFIROV, Moscow University, Russia

#### CONFIRMED MAJOR SPEAKERS

Dr. M. ABOU-GHARBA, Wyeth, USA  
Dr. A. ALANINE, Roche, Switzerland  
Dr. S. BOYER, AstraZeneca, Sweden  
Dr. M. BUNNAGE, Pfizer, UK  
Dr. M. DUGGAN, Merck & Co., USA  
Dr. S. HALAZY, Serono, Switzerland  
Dr. D. LESUISSE, Aventis, France  
Prof. Dr. R. METTERNICH, Schering AG, Germany  
Prof. Dr. G. SCHNORRENBERG, Boehringer Ingelheim Pharma, Germany  
Dr. G. SMITH, H. Lundbeck A/S, Denmark  
Dr. M. TIMMERS, Organon, The Netherlands  
Dr. I. TRUESDALE, Pfizer, USA  
Dr. T. R. WEBB, ChemBridge Corporation & CRL, USA

#### CONFIRMED BUSINESS MINI-SYMPOSIUM SPEAKERS

Dr. M. T. CLARK, Pfizer, USA  
Dr. M. T. COX, AstraZeneca, UK  
Mr. S. HUTCHINS, Merck & Co., USA  
Dr. P. TALAGA, UCB Pharma, Belgium  
Mr. E. VAISBERG, ChemBridge Corporation & CRL, USA

#### POSTERS AND ORAL COMMUNICATIONS

All participants are invited to submit abstracts of scientific communications that will be peer-reviewed for their acceptance. Further details are available on the Symposium website [www.ascmc.info](http://www.ascmc.info)

#### Symposium Secretariat:

**LD Organisation sprl**  
Route de Blocry, 55  
B-1348 LOUVAIN-LA-NEUVE - Belgium  
Tel : +32 10 45 47 77  
Fax : +32 10 45 97 19  
[ASCMC@LDorganisation.com](mailto:ASCMC@LDorganisation.com)

[www.ascmc.info](http://www.ascmc.info)

Under the auspices of



EUROPEAN FEDERATION  
FOR MEDICINAL CHEMISTRY



MEDICINAL CHEMISTRY  
SECTION of the D.I. MENDELEEV  
RUSSIAN CHEMICAL SOCIETY

Organized by



CHEMBRIDGE CORPORATION