



Ж

9
2007

ЖИЗНИ И ВМЕСТЕ







Химия и жизнь
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

9
2007

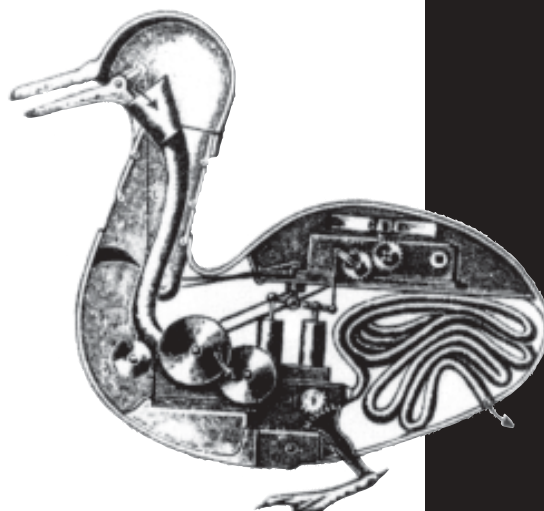
*Человек, который слишком стар,
чтобы учиться, по всей вероятности,
всегда был слишком стар,
чтобы учиться.*

Генри Хаскинс



НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А. Кукушкина

НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Рене Гайяра «Русский концерт». Куда только не заносит
русских людей, чем они только не занимаются!
Об этом читайте в статье «Исход науки из России»





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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

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

Редакторы и обозреватели

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

Технические рисунки

Р.Г.Бикмухаметова

Агентство ИнформНаука

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

Подписано в печать 3.09.2007

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(495) 267-54-18,

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в интернете по адресам:

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

<http://www.informnauka.ru>

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

© АНО Центр «НаукаПресс»

6

Тексты
во Всемирной Паутине
скоро будут читать
не только люди...

И.В.Торгов (1912—2007) —
тот самый человек,
который выиграл
мировую гонку за полный синтез стероидов,
опередив и европейцев, и американцев, и японцев

Химия и жизнь

21



ИНФОРМНАУКА

НИ ДНЯ БЕЗ АЗОТА	4
ПРЕДВЕСТНИКИ МЕТАСТАЗОВ	4
ХРОМОСОМЫ ЧИНГИСХАНА	5
ЖИР ДЕЛАЕТ БАКТЕРИЙ ВРЕДНЫМИ	5

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Е.Клещенко SEMANTIC WEB: УКРОЩЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ	6
---	---

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Ю.Г.Власов ЭЛЕКТРОННЫЙ ЯЗЫК	10
А.Галигузов О ЯЗЫКЕ С УВАЖЕНИЕМ	14

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Дж.Уайтсайд РЕВОЛЮЦИЯ В ХИМИИ	18
---	----

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Р.И.Жданов КУДЕСНИК ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА	21
ТВОРЧЕСТВО ЗАПИСАНО В ГЕНАХ	23

РАЗМЫШЛЕНИЯ

М.Г.Гольдфельд ИСХОД НАУКИ ИЗ РОССИИ: ЕСТЬ ЛИ СВЕТ В КОНЦЕ ТУННЕЛЯ?	24
---	----

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Л.Стрельникова ПОМОГИТЕ СТАТЬ ХИМИКОМ	32
---	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

С.Я.Амстиславский, М.П.Мошкин О ЖИВОЙ И МЕРТВОЙ ВОДЕ	35
--	----

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Б.З.Кантор ТРАВМАТИЗМ В МИРЕ КРИСТАЛЛОВ	42
---	----

ЦИКЛ ВОДЫ

Н.Э.Демидов, И.Г.Митрофанов ВОДА НА МАРСЕ	46
---	----

ИНФОРМНАУКА

КЛЕТОЧНАЯ ТЕРАПИЯ ТУБЕРКУЛЕЗА	50
БОРЬБА СО СТАРОСТЬЮ — БОРЬБА ЗА МОЗГОВОЙ КРОВОТОК	50
«МОРСКАЯ БОЛЕЗНЬ» У РЫБ	51



32



Школьники в Германии могут выяснить на практике, хотят ли они быть химиками. А практика у них — на настоящем химическом производстве.

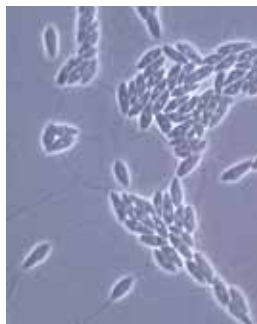
42

Мало того что они растут, как живые, они еще и умеют залечивать повреждения.



62

Лабиринтулы — не то простейшие, не то грибы — в своем жидком скафандре могут выбираться на сушу и даже оказаться в пчелином улье.



ТЕХНОЛОГИИ

В.Г.Некрасов, А.Ф.Макаров

ЭВОЛЮЦИЯ ТОПЛИВА 52

НУ-ХАУ

С.Мотыляев

ТОПЛИВО ИЗ ВОДЫ И АЛЮМИНИЯ 56

НАВСТРЕЧУ СЪЕЗДУ

ХVIII МЕНДЕЛЕЕВСКИЙ СЪЕЗД ПО ОБЩЕЙ И ПРИКЛАДНОЙ ХИМИИ... 57

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

И.И.Судницин

КАК МЕНДЕЛЕЕВ С АНГЛИЙСКОЙ КОРОЛЕВОЙ ПОРОДИЛСЯ 58

ИНФОРМАУКА

ЭСТРОГЕНЫ ВОССТАНАВЛИВАЮТ НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ 60

У СЕВЕРНЫХ ДЕТЕЙ ПРОБЛЕМЫ СО ЗРЕНИЕМ 60

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

Е.А.Кузнецов

ПОХОЖИЕ НА ГРИБЫ 62

ФАНТАСТИКА

Наталья Голованова

СИНЯЯ КАСТРЮЛЯ В БЕЛУЮ КРАПИНКУ 64

НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ

Л.Викторова

АРБУЗ 68

КСТАТИ О КОСМОСЕ

П.Данилов

КОСМОС — ЭТО ШАГ К БЕССМЕРТИЮ 72

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ 16 ПИШУТ, ЧТО... 70

ИНФОРМАЦИЯ 12, 31, 61 ПЕРЕПИСКА 72

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ 70

В номере

4, 50

ИНФОРМАУКА

О новом топливном элементе на этаноле, не содержащем платины, о том, где взять чистый сухой азот, об анализе крови без укола, о современных потомках Чингисхана и о том, убивают ли рыб при перевозке аквариума.

18

РАЗМЫШЛЕНИЯ

В XXI столетии часто приходится слышать, что химия как наука себя исчерпала. Профессор Гарвардского университета Джордж Уайтсайд с этим не согласен: по его мнению, у химии никогда не было таких больших возможностей и таких важных задач, как сейчас.

24

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Массовый отъезд ученых из постсоветской России, иначе говоря, «утечка мозгов»: каковы ее реальные масштабы, кто и куда уезжает, как складывается дальнейшая судьба «наших за границей» — благополучно или совсем наоборот?.. Пора подвести хотя бы промежуточные итоги.

35

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Крионику, адепты которой обещают клиентам вечную сохранность тела и мозга при температуре жидкого азота, не следует путать с профессиональной криоконсервацией биологических объектов. Разница небольшая, но существенная: специалисты считают опыт удачным, только если объект сохраняет жизнедеятельность после размораживания.

46

ЦИКЛ ВОДЫ

Вода на Марсе, безусловно, есть. Осталось выяснить, в каком виде она там находится. Может быть, глубинные воды, скрытые под вечной мерзлотой Красной планеты, — это и есть колыбель марсианской жизни.

ИнформНаука

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Ни дня без азота

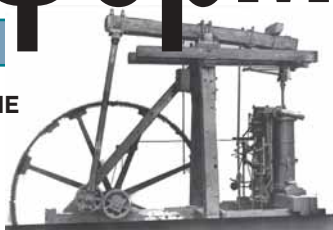
Сбылась вековая мечта хроматографистов и всех тех, кому для работы нужен сухой чистый азот. Московские ученые из НПП «Химэлектроника» разработали генераторы, которые позволяют получать необходимое количество такого газа из воздуха прямо в лаборатории (info@himelectronika.ru).

Азот совершенно необходим для работы многочисленных хроматографов и газоанализаторов, без которых трудно представить себе современную аналитическую лабораторию. Только вот раздобыть баллоны с чистым сухим азотом в небольших городах бывает очень трудно, порой почти невозможно. Теперь эту проблему можно будет решить, не выходя из лаборатории.

В промышленных масштабах азот тоже получают из воздуха. И это совершенно естественно, ведь атмосфера Земли состоит из него более чем на три четверти. Но получают азот в специальных дорогих и энергоемких установках, которые позволяют сначала охладить воздух примерно до -173°C , а потом разделить его по фракциям в зависимости от температур кипения и замораживания компонентов газовой смеси. Этот процесс называют ректификацией воздуха. Прибор же, сконструированный в «Химэлектронике», основан на совершенно ином принципе.

Правда, о том, как он устроен, разработчики предпочитают не распространяться, чтобы не раскрыть ноу-хау. Из объяснений можно только понять, что в генераторе воздух пропускают через ряд молекулярных фильтров, у каждого из которых — своя «специализация» и соответственно своя конструкция. В конечном счете из системы фильтров выходят только азот и небольшие примеси благородных газов, то есть самые химически инертные компоненты воздуха. А кислород, водород, все оксиды азота, серы и фосфора, пары воды и прочие примеси фильтры не пропускают.

Впрочем, потребителям не так уж нужно знать, как устроен этот прибор, тем более что работать с ним просто, а про-



служит он, по словам разработчиков, не меньше шести лет. Гораздо важнее то, что на выходе из такого генератора можно получить каждый час 18 литров азота особой чистоты под давлением 4 атм. При этом продукт будет состоять на 99,999 объемных процентов из азота с примесью аргона, неона и гелия, которые хроматографам не помеха. Ну а в тысячной доле процента могут быть миллионные доли примесей — не больше пяти миллионных долей кислорода, не больше семи — паров воды и не больше трех — соединений, содержащих углерод.

Правда, и воздуха такой прибор потребляет довольно много — до 300 литров в час, от компрессора или воздушной магистрали с обычными требованиями к качеству воздуха. Зато сам по себе прибор невелик, размером с системный блок компьютера, и работает почти бесшумно. И ухода особого не требует, разве что конденсат из фильтра слить да фильтрующую вставку иногда поменять. За возможность в любое время иметь столько азота, сколько потребуется, не связываясь с отделом снабжения, — плата ничтожная. Помимо цены при покупке, разумеется. Но и та, поскольку прибор отечественный, — вполне разумная.

онкология

Предвестники метастазов

Способность злокачественных опухолей образовывать вторичные очаги опухолевого роста в отдаленных органах — самое опасное осложнение при раке. Однако не все злокачественные опухоли формируют метастазы. Раковые клетки, способные к этому, отличаются определенными свойствами, в том числе количеством и локализацией некоторых белков. Специалисты Российского онкологического научного центра им. Н.Н.Блохина РАМН отмечают, что эти изменения возникают задолго до прогрессии заболевания и могут быть использованы для прогноза риска возникновения метастазов (delektorskaya@yandex.ru).



Ученые исследовали клетки рака толстой кишки и выявили, что плотные контакты между клетками, свойственные нормальному кишечному эпителию, нарушаются при образовании опухоли. Межклеточные контакты обеспечивают несколько белков. Специалисты Онкоцентра исследовали два основных белка, которые непосредственно участвуют в контактах между эпителиальными клетками: мембранный белок Е-кадгерин и внутриклеточный белок бета-катенин. В исследованиях участвовало 129 больных раком толстой кишки как с метастазами в лимфатических узлах и печени, так и без них. Все больные перенесли операцию, и ученые иммуногистохимическими методами определили содержание белков в удаленных опухолях и прилежащих тканях.

В нормальном эпителии толстой кишки Е-кадгерин располагается на клеточной мембране. В раковых клетках белок находится там же, но чем более злокачественна опухоль, тем его меньше. Если раковые клетки дают метастазы, содержание Е-кадгерина в мембранах часто исчезающе мало. Иногда белок перемещается из мембран в цитоплазму клетки. Уменьшение количества Е-кадгерина или полное его отсутствие медики обнаружили более чем у трех четвертей больных аденокарциномой толстой кишки с отдаленными метастазами, причем такие изменения были характерны не только для клеток первичных опухолей, но и для клеток метастазов, возникших в разные сроки после удаления основной опухоли.

Другой белок, бета-катенин, в клетках нормального эпителия связан с Е-кадгеринном. Утрата Е-кадгерина в клетках злокачественной опухоли способствует накоплению бета-катенина в цитоплазме раковых клеток. Если опухоль образует отдаленные метастазы, бета-катенин часто оказывается не только в цитоплазме, но и в ядре раковой клетки. Накапливаясь в ядре, бета-катенин стимулирует клеточное деление и резко увеличивает способность злокачественной опухоли к метастазированию.

Итак, для пациентов с отдаленными метастазами характерны высокое содержание в клетках исходной опухоли ядер-



ного бета-катенина и отсутствие или минимальное содержание Е-кадгерина. Эти изменения происходят в первичных опухолях в процессе развития отдаленных метастазов, иногда задолго до их клинического проявления. Московские специалисты считают их факторами неблагоприятного прогноза при раке толстой кишки. Оба белка влияют на способность опухоли проникать в другие ткани и образовывать метастазы. Соответствующие особенности, замеченные в клетках первичной опухоли, должны насторожить врачей, которые смогут заранее принять необходимые меры.

ГЕНЕТИКА

Хромосомы Чингисхана



Спустя восемь веков после смерти Чингисхана ученые обнаружили его потомков — примерно 16 миллионов азиатских мужчин. Но среди русского населения таковых нет. К таким выводам пришли российские генетики из Института биологических проблем Севера ДВО РАН (Магадан), Института общей и экспериментальной биологии СО РАН (Улан-Удэ), Института общей генетики им. Н.И.Вавилова РАН (Москва) и их польские коллеги, исследовав Y-хромосомы у представителей 18 народов Северной Евразии.

О потомках Чингисхана заговорили около трех лет назад, когда зарубежные ученые (Т.Zerjal с соавторами) опубликовали результаты исследований изменчивости Y-хромосомы у 2123 жителей разных регионов Азии, за исключением ее российской части. Ученые обнаружили целый кластер близкородственных линий, которые веером расходятся от общего предка. Исследования показали, что этот кластер возник в Монголии около тысячи лет назад, а границы его распространения удивительным образом совпадают с границами, которые занимала в то время Монгольская империя. На основании этого совпадения исследователи предположили, что описанные ими Y-хромосомы принадлежат Чингисхану и его потомкам. Представители династии Чингисидов в силу своего социального положения имели большие возможности оставлять потомство и, судя по всему, широко пользовались своими преимуществами. Российские и

польские ученые продолжили поиск чингисидов на практически не изученных территориях Северной Евразии.

Монгольское государство, возникшее в 1206 году в результате объединения Чингисханом монгольских племен, в дальнейшем значительно расширилось, вобрав в себя территории Китая (Улус Великого хана), Средней Азии (Чагатайский улус), Ирана (Государство Ильханов) и Руси (Золотая Орда). Власть ханов Золотой Орды, основанной внуком Чингисхана Батыем, охватывала территорию значительной части современной

России (кроме Восточной Сибири, Дальнего Востока и районов Крайнего Севера), Северный и Западный Казахстан, Украину, часть Узбекистана (Хорезм) и

Туркмении. Генетики обследовали Y-хромосомы 1437 мужчин, представляющих 18 этнических групп этой территории: алтайских казахов, алтай-кижи, телеутов, хакасов, шорцев, тувинцев, тоджинцев, тофаларов, сойотов, бурятов, хамниган, эвенков, монголов, калмыков, таджиков, курдов, персов и русских. Исследователи обнаружили кластер мужских линий, имеющих общего предка, якобы Чингисхана, причем частота «предкового» варианта Y-хромосомы была наибольшей.

Самая высокая доля чингисидов пришлось на Монголию (около 35%). В российских популяциях больше всего носителей ханских хромосом среди алтайских казахов — 8,3%. От 3,4 до 1,7% чингисидов встречаются и среди алтайцев, бурятов, тувинцев и калмыков.

Ученые отмечают, что, несмотря на столь детальное исследование этнических групп Южной Сибири, кластер «чингисидов» найден лишь в популяциях, граничных с Монголией, откуда началась в 1206 году Монгольская империя. Русские княжества находились в вассальной зависимости от Золотой Орды с 1248 по 1480 год. Тем не менее мужчины из клана Чингисхана не оставили на Руси генетического следа. Ученые надеются, что дальнейшие исследования изменчивости Y-хромосомы позволят существенно расширить наши знания об эволюции и истории формирования этнических групп России и о происхождении отдельных родов, входящих в их состав.



БИОХИМИЯ

Жир делает бактерий вредными

Микробиологи из Института биохимической физики РАН им. Н.М.Эмануэля (Москва), Московского государственного университета пищевых производств и Института эпидемиологии и микробиологии РАМН узнали, как условно-патогенные бактерии становятся просто патогенными. Оказывается, так на них действуют жиры. «Объевшиеся» липидами бактерии синтезируют токсичные вещества.

В арахисовом, подсолнечном и кукурузном масле условно-патогенные микроорганизмы вырабатывают токсины и становятся опасны без всяких «условно», тогда как в среде, не содержащей жиров, это вполне мирные существа.

Микробиологи выбрали 10 штаммов, считающиеся условно-патогенными, и посеяли их на питательные среды, одна из которых содержала экстракт арахисового масла, а другая — нет. Культуры поместили в термостат на двое суток, затем удалили бактерий из среды, пропустив через специальный фильтр, и высушили.

Ученые сделали химический анализ культуральных сред, где остались продукты микробной жизнедеятельности, и проверили их на токсичность. Для этого небольшие количества использованных сред из под каждого штамма добавляли в пробирки с инфузориями и наблюдали, как долго проживут после этого простейшие. Токсичность оценивали по 4-балльной шкале. Если все

инфузории погибали за пять минут — образцу присваивали 4 балла, если за час — 1 балл. Выяснилось, что токсичными были только среды с арахисовым экстрактом, причем чем больше было экстракта, тем токсичнее, до определенного предела, становилась среда.

Одна из гипотез, с помощью которых биологи объясняют данный феномен, заключается в том, что в липидсодержащей среде микробные клетки осуществляют перекисное окисление липидов. В результате образуются жирные кислоты и свободные радикалы — эндотоксины, которые повреждают клеточные мембраны и выходят наружу, отравляя культуральную среду или же организм хозяина.

Semantic Web:

укрощение информации

Е.Клещенко

Эпоха Интернета принесла человечеству множество новых возможностей и с ними, как обычно, новые проблемы. Парадоксально, но одной из главных проблем стало само обилие информации и легкость доступа к ней. Столько всего интересного можно вывести на экран компьютера одним щелчком кнопки — гораздо больше, чем успеешь прочесть, даже если совместить чтение с едой и пожертвовать сном. А сколько ерунды попадет по дороге, которая хоть и ерунда, но несколько минут драгоценного времени отнимет... Результат аналитики предсказали уже давно: на смену информационному голоду приходит информационное несварение.

Сетевой поиск: результаты и безрезультатность

Конечно, никто из тех, кому дорого время, давно уже не гуляет по Сети просто так, со ссылки на ссылку. Быстро находить нужное помогают поисковые системы, такие, как «Рамблер», «Яндекс» и многие другие. Но каждому, кто пользовался их услугами, знакомо чувство легкого удивления, переходящее в полную беспомощность, когда поиск по ключевым словам приносит ссылки на десятки или сотни страниц, причем далеко не все имеют отношение к тому, что вам нужно.

Виртуозы сетевого поиска (а сетевой поиск уже стал своего рода интеллектуальным спортом, см., например, <http://kubok.yandex.ru>) в ответ на это презрительно пожмут плечами. Во-первых, думать надо, какие слова запрашивать. Набирая в окошке поисковика «девочка с персиками», следует быть готовым к тому, что вам предложат не только школьные сочинения по картине художника Серова, но и ссылки на порнографические сайты — ибо наполнение Интернета отражает процентное соотношение интересов пользователей, и нечего на зеркало пенять. Во-вторых, не все поисковики одинаково полезны в различных ситуациях, — к примеру, научную статью на английском, как правило, проще отыскать на altavista.com, чем на rambler.ru. Но даже тем, кто владеет в совершенстве искусством поиска, иногда приходится перерывать груды ненужной информации и упускать нужную.

Все это не так страшно, если человек хочет всего лишь скачать сочинение или (предположим более благородную цель) уточнить цитату из классика. Ну а если речь идет, например, о научной работе? Герою фантастического романа Дэниэла Киза «Цветы для Элджернона» недостаточно полный литературный обзор стоил рассудка и жизни — авторы эксперимента, проделанного над ним, не знали о статье в индийском журнале, где подвергалась критике их молекулярно-биологическая концепция. А в реальности — кто сосчитает, сколько упущенных возможностей, ошибок, а то и трагедий имеют общую причину: не найденную вовремя информацию?

Мало записать текст, нужно научиться работать с ним. Важность этой проблемы заинтересованные люди понимали всегда. Сначала они заменили пергаментные свитки кни-

гами со страницами, которые было удобно листать, потом придумали нумеровать страницы и составлять оглавления. Затем пришел черед тематических и алфавитных каталогов, библиотечных карточек с кодами книг и журналов. Надеюсь, младшие читатели «Химии и жизни» понимают, о чем речь, а если нет, то пусть постараются узнать. В библиотеках и сегодня можно найти то, чего нет в Сети, к тому же в печатных текстах меньше ошибок, чем в электронных.

С появлением компьютерных хранилищ информации и Всемирной паутины проблему пришлось решать заново. Электронную книгу можно снабдить оглавлением, даже более удобным, чем бумажную, — с гиперссылками. Но переменчивый, непрерывно растущий Интернет в оглавление не загонишь, а бесконечно разнообразные наименования сайтов не соберешь ни в какую картотеку. Люди выходят из положения с помощью поисково-информационных систем. Чтобы сделать процесс более эффективным, используют различные опции «расширенного поиска»: сортировку по релевантности или по дате, поиск в документах определенного формата, поиск всех слов запроса, или хотя бы одного, или точной фразы... (Надеюсь, старшие читатели «Химии и жизни» не встретили в предыдущем предложении слишком много нового и незнакомого. Интернет, если подходить к нему беспристрастно, тоже полезное изобретение.) И все-таки работа даже самой совершенной поисковой системы, по сути, остается примитивным перелистыванием страниц в поисках нужного фрагмента. Пусть даже «перелистывание» происходит умопомрачительно быстро — примитивен сам метод.

Что такое Semantic Web

Специалисты давно осознали эту проблему и начали искать решения. Появилась концепция «семантической сети» (Semantic Web). Задача состоит в том, чтобы создать программное обеспечение, которое умело бы не только перелистывать тексты, но и понимать смысл — выделять главное, систематизировать информацию. Звучит фантастически, однако такие системы уже существуют.

Компания «Авикомп» представляет в России фирму «Он-тос», которая находится в Швейцарии (о ней можно прочитать на сайте www.ontos.com). Она адаптирует западные технологии к условиям России и СНГ и занимается их распространением. В ее арсенале есть и семантические технологии — то самое, что помогает искать смысл в Интернете. Полагаем, что читателям «Химии и жизни» будет интересно узнать о них — ведь не исключено, что мы будем пользоваться ими уже завтра.

«Авикомп» уже шесть лет занимается семантическим анализом обычных электронных текстов на русском, английском, немецком и французском языках, будь это обычный для Интернета html-формат или, скажем, тексты, созданные в программе WinWord. Обработываются, например, тексты сообщений с новостного сайта (на самом деле, конечно, не с одного, а с нескольких, например, для базы данных по английской общественно-политической тематике исполь-



1
Преобразование текста в граф, или когнитивную карту: лингвистический процессор вычленил в тексте объекты и отношения и представляет их в графической форме. Информация будет храниться на языке RDF (от *resource description framework*, не путать с форматом pdf) — он рекомендован международным WWW-консорциумом, вырабатывающим новые стандарты для эпохи «семантической сети»

зуются 14 электронных изданий: CNN, BBC, «Washington Post», «Guardian», «FOX News» и другие).

Процесс обработки принципиально прост (разумеется, за этой внешней простотой стоит множество ноу-хау!) и в то же время во многом похож на обычную, человеческую умственную деятельность. Сначала так называемые интернет-фильтры отсекают всю графическую информацию: иллюстрации, красивые заголовки, рекламные баннеры (в отличие от человека, программа проявляет при этом железную волю: ее невозможно отвлечь от работы интересной «ссылкой по теме» или фотографией Ксюши Собчак).

Получившийся текст поступает в распоряжение лингвистического процессора, который, собственно, и занимается «чтением». Лингвистические процессоры — возможно, самая важная и интересная часть семантических технологий от «Онтос». Они различаются по языкам, которыми владеют, а также по приоритетным тематикам: например, общественно-политической, криминальной, медицинской. Единственного лингвистического процессора, способного разбираться с любым текстом, какой попадется ему в Сети, не существует — по той же самой причине, по которой редко встречаются люди, одинаково легко читающие статьи в медицинском научном журнале и биржевые новости. Чтобы владеть тематикой, надо учиться по специальности.

«Обучением» программы занимаются эксперты и лингвисты. Эксперты определяют, какие объекты и отношения в данной области являются важными. Например, если речь идет о бизнесе, важными объектами будут в первую очередь люди и организации, а отношениями — кто работает в данной компании, кто ее возглавляет, кто ею владеет, кто кого поглотил и кто с кем конкурирует... Если же процессор должен будет «читать» статьи по фармакологии, то объекты для него — лекарства, болезни, осложнения, другие важные для врача состояния организма (например, беременность), а отношения — соответственно показания и противопоказания. Как у объектов, так и у отношений есть атрибуты — условно говоря, «второстепенные члены предложения»: у человека — пол, возраст и прочие биографические данные, если «работает», то в течение какого времени, и т. д.

Чтобы программа научилась выделять все это из обычного текста, как раз и нужна помощь специалистов по структурной лингвистике. Обычные языки, с помощью которых люди общаются между собой (специалисты называют их «естественными», в отличие от машинных), при всей своей красоте и сложности, — очень логичные системы. Нетрудно догадаться, что

объекты в тексте — это имена существительные, скажем имена людей и названия компаний. Отношения — это главным образом глаголы: «работает», «владеет», «возглавляет». (Но отношение может быть выражено и существительным, например: «господин Сидоров — владелец компании «Замкомбизнес».) Процессор должен узнавать любое имя собственное, включая индийские и японские, не путать человеческие имена с названиями фирм, русские слова распознавать в различных падежах, понимать различие между именем и фамилией, а также иметь в виду, что «г-н Сидоров», «хозяин «Замкомбизнеса», «Ф.А.Сидоров», «Федор Аполлинарьевич», «он» и «тот тип, о котором мы говорим» — все эти термины могут обозначать одно и то же лицо.

Отсюда ясно, что работа лингвистов — нелегкая, но совершенно необходимая. Они формируют под каждый объект коллекцию правил, которые позволяют находить его в любом контексте. (Точно так же и читающий человек догадывается, обозначает ли незнакомое слово «фрукт, фамилию или принадлежность туалета», по набору определенных признаков — хотя, если этот человек не лингвист, он не сознает, что пользуется правилами.) Такой уровень осмысления текста машиной, в частности умение узнавать по лингвистическим признакам любое имя собственное, а не только включенное в словарь, — ноу-хау «Авиомпа». Именно это и делает «Семантический Веб» действительно семантическим.

«Прочитав» текст, программа представляет его основное содержание в виде графа, вершины которого — объекты, а ребра — отношения (рис. 1). Таким образом, мы видим, как сообщение, набранное корреспондентом службы новостей, превратилось в нечто очень хорошо знакомое математикам и программистам. Компьютеру удобно работать с графом — но, что немаловажно, граф понятен и людям. Более того, такая форма представления информации может оказаться полезнее текстовой! Недаром герои самых увлекательных детективов так любят рисовать кружочки, обозначающие подозреваемых и жертв, соединять их палочками — и все сразу становится понятно.

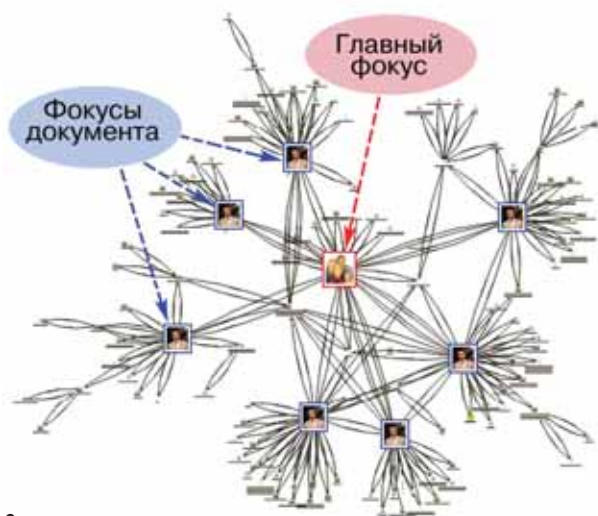
Действительно, если мы взглянем на обширный граф, отражающий содержание большого текста, то сразу увидим, где у него, как говорили в школе, основная мысль. Главный фокус графа — вершина, к которой сходится наибольшее число ребер. Есть и вторичные фокусы — менее важные, но тоже значимые (рис. 2). Может быть и так, что у текста не окажется одного главного фокуса, а будет, например, три фокуса с близким числом связей, — значит, текст состоит из трех смысловых частей.

Теперь поговорим о том, что дает подобная форма представления информации.

Секретарь-референт, переводчик, аналитик...

Самый очевидный плюс — возможность легко объединять и систематизировать сведения, полученные из разных тек-





2
Фокусы документа на графе помогают выделить главное

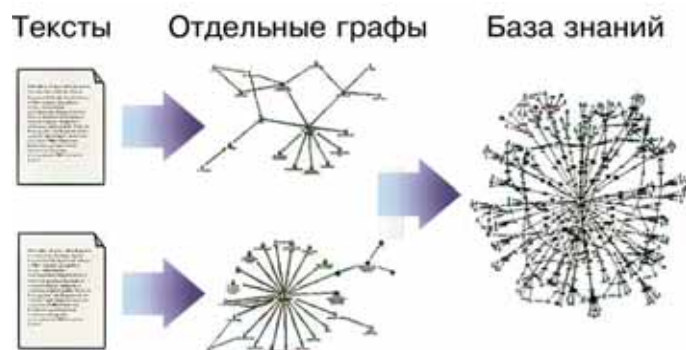
стов. Если у нас есть две новости, относящиеся к разным периодам существования компании «Замкомбизнес», которая теперь принадлежит Сидорову, а раньше принадлежала Петрову, то эти новости в форме графов нетрудно будет объединить по общей вершине — объекту «компания «Замкомбизнес». Получится новый граф, где будут представлены все объекты, связи и атрибуты, которые удалось извлечь из обоих сообщений (рис. 3). При этом пользователю не придется два раза читать про одно и то же.

Кстати, что касается пользователей: как это будет выглядеть для них? Тут возможны варианты. Во-первых, новость, обработанную лингвистическим процессором «Онтос», можно смотреть в привычном виде, только все объекты и отношения в ней выделены гиперссылками. (Для этого пользователю придется только установить на своем компьютере небольшую программу для интернет-браузера — плагин, или модуль расширения.) Щелчок на гиперссылку выведет карточку, на которой показаны все атрибуты и связи.

Еще более важное достижение — семантический поиск, то, о чем мы говорили в начале. Если поиск ведется среди документов, представленных в виде графов, то первыми будут представлены не те документы, где слово из запроса встречается наибольшее число раз, а те, где именно этот объект будет фокусом. Иначе говоря, в ответ на ключевое слово «Замкомбизнес» поисковая система первой принесет не эту статью, а серьезный аналитический разбор, посвященный месту данной компании на мировом рынке. А если ввести запрос «Джим Доллар» и указать, что речь идет о персоне, то не придется отсеивать миллионы сообщений, где встречается слово «доллар» в значении денежной единицы.

При желании пользователь может прогуляться в любом направлении по графу, «веточка» которого его заинтересовала, путешествовать по страницам не случайным образом, а по смысловым связям (это называется семантической навигацией). Немаловажно, что путь, которым он пройдет, можно сохранить. Разумеется, с каждым объектом и отношением связаны ссылки на страницы, откуда они взяты (рис. 4).

«Мы можем обрабатывать сложные семантические запросы и представлять результат в виде дайджеста, например выдать информацию о всех дамах, которые работали в атомной промышленности с 1986 по 2000 год и участвовали в строительстве атомных станций, — рассказывает Олег Ена, руководитель направления развития информационно-аналитических систем ЗАО «Авикомп Сервисез». — Никакими другими средствами из обычного неструктурированного текста эту информацию извлечь нельзя».



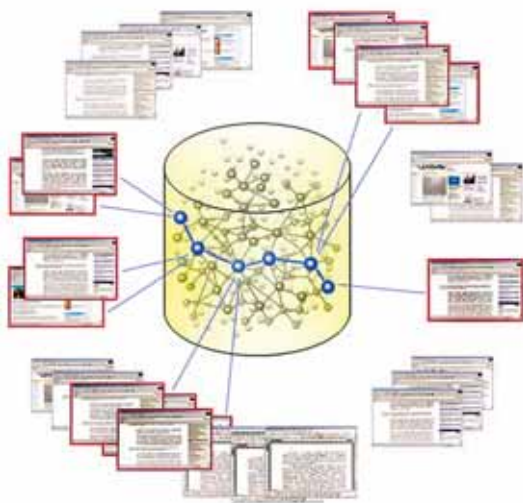
3
Графы, построенные на основе документов, с разных сторон рассматривающих одну и ту же тему, можно объединить по общим вершинам; таким образом формируется база данных

Кстати, для того, чтобы составлять дайджесты, вовсе не нужен специальный человек. Коль скоро информация представлена в удобной для компьютера форме, с ней можно проделывать очень многое. Можно показать ее пользователю в виде графа. Можно преобразовать в таблицу или гистограмму (например, в хронику истории компании и рост продаж ее продукции на мировом рынке). А можно «перевести» участок графа обратно на естественный язык и представить его в форме текста. Получится краткий пересказ, реферат, пресс-портрет объекта. Таким образом, технологии «Онтос» могут заменить секретаря-референта, избавив человека от необходимости лично читать и анализировать новости в Интернете. Если же после знакомства с аннотацией возникнет желание прочесть весь текст, его будет нетрудно найти.

Для полного счастья добавим, что этот «секретарь-референт», как ему и положено, владеет иностранными языками (рис. 5). Граф может быть сформирован на английских источниках, но никто не мешает сделать из него русский дайджест. И у нас в руках окажется краткое изложение самого важного, что было найдено в зарубежной прессе по инте-



5
Технологии «Онтос» позволяют без потерь извлекать информацию из текста, написанного на любом языке. Обработка одного и того же текста (посвященного истории «Google») на английском, русском и немецком языках, как и следовало ожидать, дает один и тот же результат



4

Так осуществляется семантическая навигация: каждой вершине графа соответствуют ссылки на страницы в Интернете, откуда взят данный факт

ресующей нас теме. Изложение суховатое, без особых речевых красот, зато, в отличие от обычных машинных переводов, абсолютно грамотное и сугубо по делу. Аналогичным образом можно заказать лингвистическому процессору заменить непонятные слова общеупотребительными, будь то банковский сленг или научные термины.

Способность лингвистического процессора выявлять связи между объектами и определять тематику документа предоставляет поистине уникальные возможности. Сравнивая графическое представление двух текстов, можно сделать вывод об их сходстве, то есть о возможном плагиате, даже если они написаны разными словами или на разных языках. Сравнение научных новостных лент, измерение активности в научных блогах, например, по нанотехнологии позволяет судить о схожести или расхождении интересов научного сообщества в России и за рубежом. А обрабатывая сведения о диссертационных и научно-исследовательских работах или патентную информацию, можно определять отдачу от исследований, оценивать уровень развития той или иной технологии.

Кто заказчики?

Вряд ли читателей удивит, что одними из первых заказчиков были силовые ведомства. Именно там насущная потребность в эффективных информационных технологиях сочетается с возможностью платить за новые разработки. (Ведь и компьютерная сеть Интернет когда-то зародилась как проект Минобороны США.) В Германии, например, история семантических технологий началась с обработки полицейских отчетов и криминальных сводок. Более 35 заказчиков «Авиокомпа» из разных стран СНГ связаны с силовыми структурами: их задачи — борьба с наркотиками, с нелегальной миграцией, браконьерством и многое другое. Многие программы информационной помощи правоохранительным структурам финансируются по линии ОБСЕ и ООН — это, без преувеличения, дело всемирной важности.

Частные компании за семантические технологии платят сами. Автоматический сбор и анализ информации, все свежее данные о состоянии дел на рынке, о партнерах и конкурентах — на этом экономить нет смысла.

Главная прелесть технологий, которые предлагает «Авиокомп», заключается в том, что применений у них может быть неограниченно много. Уже говорилось, что они могут использоваться как внутри компании или государственного учреждения, так и в Интернете, наряду с существующими

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

поисковыми системами (а в перспективе — и вместо них). Лимитирующим фактором является только финансирование. Понятно, что структурирование информации требует солидных вычислительных мощностей, да и работа профессионалов должна быть оплачена по достоинству.

Возможно, через несколько лет лингвистический процессор, обученный «читать» научные статьи, станет неоценимым помощником в создании литературного обзора к диссертации. Семантический поиск на портале, посвященном фармакологии, поможет легко и быстро найти информацию о препаратах и их применении, о результатах клинических испытаний (со ссылками на статьи, с подробностями, которых нет ни в одной аннотации к лекарству) и о том, где этот препарат можно купить. Кстати, такая возможность уже существует на ресурсе <http://media.medtrust.ru>. А в роли экспертов при создании «медицинского» лингвистического процессора выступали специалисты из Второго медицинского института.

Конечно, даже самая эффективная система поиска интернет-информации не может сделать эту информацию истиной в последней инстанции. Подбирая себе лекарство с помощью семантического поиска, лучше все-таки проконсультироваться с реальным, а не виртуальным врачом.

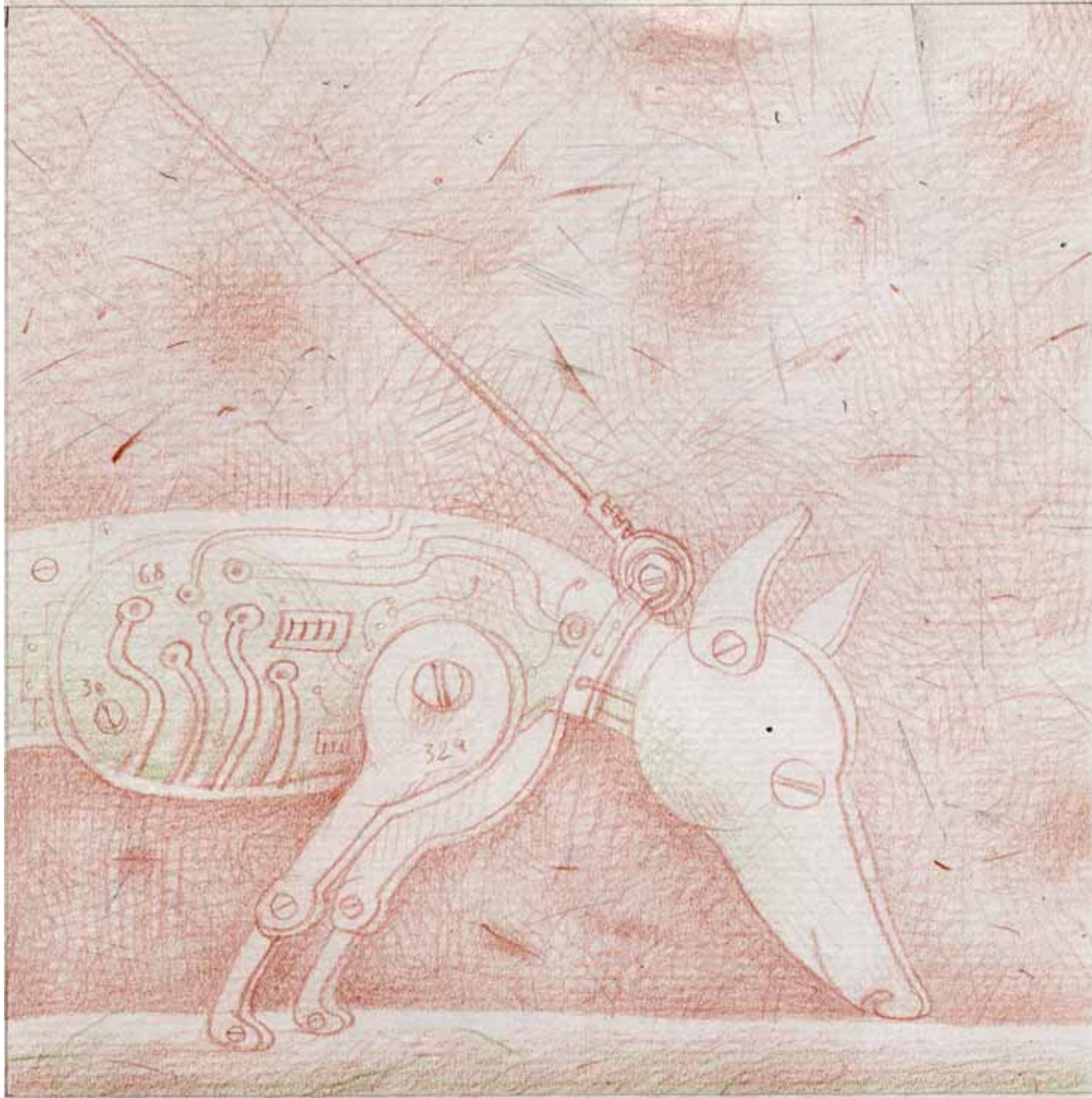
Что уж говорить о менее важных для человечества применениях! Самое очевидное — размещение контекстной рекламы. Сейчас на новостных сайтах рекламу стараются привязывать к ключевым словам. Но такой способ чреват неприятностями: например, объявление туристической фирмы «Отдых в Турции» имеет шансы оказаться под новостью «Отдых в Турции закончился трагедией: потерпел крушение прогулочный катер». Так что рекламным агентствам семантический поиск нужен как воздух.

Хотелось бы верить, что слова «семантический поиск» и «структурированный текст» вскоре станут для нас привычными — ведь «электронная почта» и «веб-сайт» каких-нибудь десять лет назад были загадкой для большинства россиян, а теперь мы не представляем себе жизни без них. Однако тут многое зависит не только от разработчиков, но и от пользователей. Если мы хотим справиться с вызовом, который бросает нам Всемирная паутина, и полноценно использовать возможности, которые она предоставляет нам, то нужно не лениться учиться новому.

Начать учиться можно будет совсем скоро. Сейчас в ЗАО «Авиокомп Сервисез» проходит заключительную обкатку информационный портал <http://news.ontos.ru>, где будет представлен весь спектр аналитических сервисов на основе семантики: семантический поиск и навигация, дайджесты, рефераты и др. Портал должен появиться в Интернете осенью 2007 года.

Автор благодарит за предоставленную информацию сотрудников ЗАО «Авиокомп Сервисез»: генерального директора М.В.Васильева, руководителя направления развития информационно-аналитических систем О.В.Ена, руководителя отдела лингвистического программирования И.В.Ефименко





Художник П. Перевезенцев

Электронный язык

Доктор химических наук
Ю.Г.Власов

Почти всем областям промышленности, медицине, биологии и экологии нужны сенсоры — приборы, которые сами быстро и надежно распознают разные вещества. Если же говорить по-научному, то сенсор — это устройство, которое реагирует на определенные свойства окружающей среды и регистрирует этот отклик в виде электрического, оптического или какого-то другого сигнала. Причем когда мы говорим, что сенсоры «нужны», то это слабо характеризует положение дел — они очень нужны, причем чем дальше, тем больше.

Один из самых важных параметров химических сенсоров — это их селективность, то есть возможность избира-

тельно реагировать на какой-то один компонент в смеси (жидкости или газе). В течение долгого времени эта заманчивая мысль — создать суперселективные сенсоры — владела умами ученых, заставляя их вести поиск именно в этом направлении. Однако на каком-то этапе оказалось, что этот путь тупиковый, поскольку почти все найденные сенсоры не были идеально избирательными, а проявляли чувствительность ко многим ионам и частицам.

Вообще, история развития химических сенсоров довольно короткая: они появились только в XX веке. Ее условно можно разделить на четыре периода, причем первые три — это еще борьба ученых за создание наиболее селективных сенсоров, а четвертый — это уже совершенно

новый подход (использование неселективных, неспецифических сенсоров). Надо отметить, что российские ученые внесли заметный вклад в развитие этой области науки.

Первый этап (1906–1937) вообще можно считать периодом рождения стеклянного электрода и создания его теории. Считают, что зависимость ЭДС стеклянной мембраны от pH раствора первым обнаружил биолог Кремер в 1906 году. Биология еще не один раз сыграет свою роль в истории химических сенсоров. Ведь потом, в конце века, именно благодаря ей и математике начнут создавать «электронный нос» и «электронный язык». В 1909 году Габер и Клеменсевич сообщили о том, что они сделали первый стеклянный электрод (он имел оксидную стеклянную мембрану) – с его помощью определяли активность ионов водорода в водном растворе. Следующий важнейший этап – академик Б.П.Никольский создал теорию стеклянного электрода. Он вывел знаменитое уравнение, названное его именем, без которого не обходится почти ни одна статья по сенсорам, предназначенным для анализа жидких сред. Впрочем, промышленный выпуск стеклянных электродов наладили только к 1936 году.

Второй период истории развития химических сенсоров (1961–1969) – это в основном создание и промышленный выпуск самых разных ионоселективных электродов (ИСЭ), которые потом стали классическими. Мембранами в них могут быть оксидные стекла, монокристаллы, спрессованные поликристаллические смеси неорганических веществ, жидкие и пластифицированные органические полимерные композиции, халькогенидные стекла (с их помощью определяют ионы тяжелых металлов) и многое другое. Почти все ИСЭ быстро нашли практическое применение и начали выпускаться в промышленном масштабе. Несмотря на то что с помощью ИСЭ можно очень быстро и легко сделать анализ, это, как правило, удается только в том случае, когда концентрации других, мешающих ионов невысоки. Кроме того, избирательность ИСЭ часто бывает недостаточной.

Третий период начался в 1970 году и продолжается до сих пор. Началось все со случайного открытия, сделанного Бергвельдом в 1970 году. Он проводил нейрофизиологические исследования на лягушках – измерял малые потенциалы, возникающие при работе нервных клеток. Неожиданно оказалось, что этот потенциал зависит от концентрации хлорида натрия в биологической среде. Так появился новый вид сенсоров – ионоселективные полевые транзисторы (ИСПТ), которые сочетали в себе достижения современной микроэлектронной технологии и классических ИСЭ. Они стали толчком к применению современной интегральной планарной технологии и создания с ее помощью миниатюрных микроэлектронных химических сенсоров. (От англ. planar. Это такие способы изготовления полупроводниковых приборов и интегральных схем, когда нужная структура формируется только с одной стороны подложки.) Помимо ИСПТ, появились газовые, ферментные сенсоры, иммуносенсоры – к началу 80-х годов их уже было много (см. схему). Несмотря на то что шла постоянная борьба за селективность, действительно селективными можно назвать только те сенсоры, которые использовали явления, заимствованные из биологии (энзимные, иммуносенсоры).

Решение проблемы селективности пришло из биологии – и начался четвертый виток. Исследователи поняли, что надо делать неселективные мультисенсорные системы, которые распознавали бы многие объекты. Еще очень существенный момент: к тому времени появились новые возможности и подходы в математической обра-

ботке многомерных данных. Вот тут и были созданы электронные носы и языки.

Электронный нос и электронный язык – это попытка исследователей смоделировать, а в некоторых случаях расширить возможности человека или заменить его. Устройство таких сенсоров имитирует строение и свойства биологических систем, а точнее, органов обоняния и вкуса млекопитающих. Поскольку в электронном носу и языке используют методы обработки данных высокой размерности и нейрокомпьютерные подходы, то подобные приборы можно рассматривать как специальную ветвь развития искусственного интеллекта и электронного мозга.

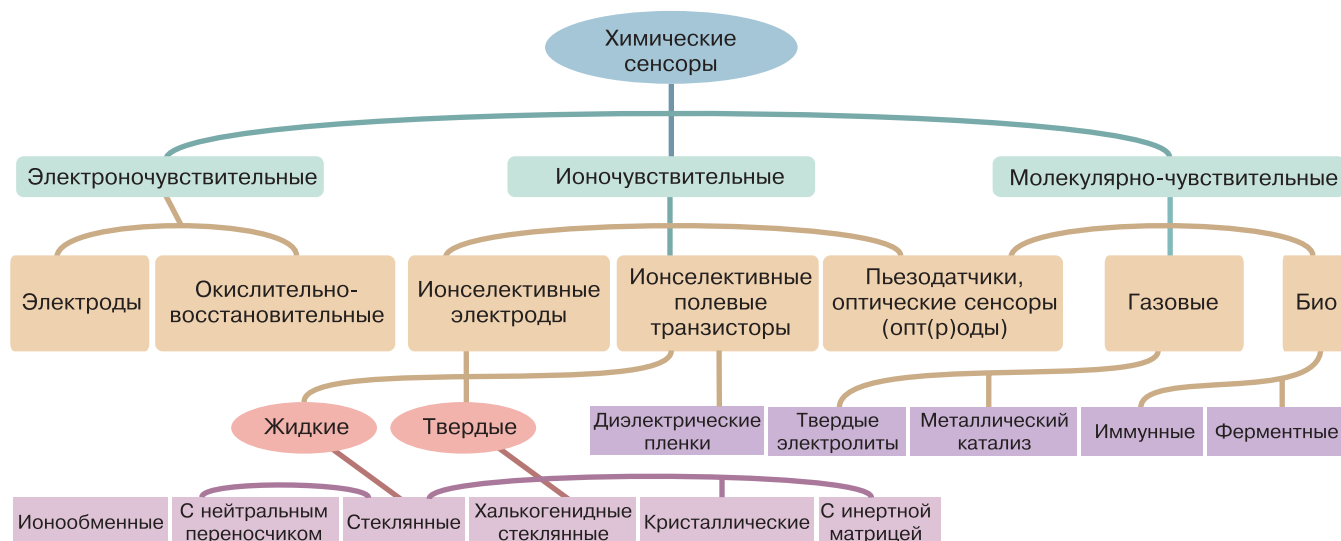
Впервые такой подход реализовали в системах для анализа газов – «электронных носках», в 1982 году, а на рубеже 90-х термин стал общепринятым. Подавляющее число разработок по этой теме и сегодня посвящено «носам», предназначенным для качественного распознавания газовых смесей. Типичный электронный нос состоит из набора неселективных сенсоров (чаще всего используют полупроводниковые сенсоры на основе оксида олова с различными добавками) и системы обработки многомерных данных (например, на основе искусственных нейронных сетей). Такие приборы применяют для распознавания газовых смесей и (или) идентификации индивидуальных газов (например, при утечках химикатов). Позднее этот же подход применили для создания анализаторов жидкостей – электронных языков.

Чувство вкуса организовано аналогично обонянию, хотя рецепторов вкуса у человека значительно меньше. При создании электронных языков исследователи использовали те же организационные принципы: массив сенсоров с невысокой селективностью на несколько компонентов и многомерные способы обработки данных. Электронный язык, как и биологический орган, работает в разнообразных жидких средах, но чувствительность и пределы обнаружения искусственного аналога могут быть намного больше. В отличие от биологического языка, электронный можно использовать для измерений в любых средах, в том числе опасных или даже смертельных для живых существ. Кроме того, подобный прибор можно использовать не только для распознавания вкуса, но и для количественного анализа, чего не может сделать ни один живой организм. Так, если человек может сказать – это очень соленая (или сладкая) пища, то электронный язык определяет, сколько соли или сахара в пище.

Первой мультисенсорной системой для жидкости был сенсор вкуса (1990 год). Он включал в себя восемь потенциометрических сенсоров с липидными мембранами, обладающими перекрестной чувствительностью к различным по вкусу веществам. Мембраны были нанесены на полимерную матрицу.

На химфаке Санкт-Петербургского государственного университета такие работы ведут уже давно. Совместно с итальянскими коллегами наши ученые разработали в конце 90-х годов систему на основе разнообразных потенциометрических





сенсоров. Авторы этой работы впервые предложили и сам термин «электронный язык», который прочно вошел в мировую науку. Принцип тот же: массив неселективных сенсоров, обладающих перекрестной чувствительностью, то есть чувствительных ко многим компонентам в различных жидкостях. Для таких сенсоров используют наиболее известные и изученные материалы (халькогенидные стекла, пластифицированные полимеры, поликристаллические композиции). Это делается для максимальной надежности и для того, чтобы можно было оптимально воспроизве-

сти поведение электронного языка. В основном в электронных языках используют потенциометрические сенсоры, поэтому измерения похожи на измерения с ионселективными мембранами: меряют ЭДС электрохимической ячейки со специфическим электродом и электрода сравнения. Управление измерениями и запись данных делает компьютер.

Хотя сенсоры наиболее важная часть мультисенсорной системы, без сложнейшей обработки данных не обойтись! Ведь от каждого перекрестно-чувствительного сенсора

ИНФОРМАЦИЯ



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

АНАЛИЗАТОРЫ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



630090 Новосибирск,
пр. Академика Лаврентьева, 5, ЗАО «КАТАКОН»
телефон +7(383) 3269771, 3331084;
факс (383) 3308766,
e-mail: catacon@ngs.ru
www.catacon.ru

Измерение удельной поверхности приборами серии **СОРБТОМЕТР** 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 **СОРБТОМЕТР** основаны на однотоочном методе БЭТ, **СОРБТОМЕТР-М** — на многотоочных методах БЭТ и STSA. Метод STSA позволяет определить объем микропор образца.

Технические характеристики приборов

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

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



Лабораторный вариант электронного языка с потенциометрическими химическими сенсорами

получается сложный отклик, раствор содержит много веществ — как тут разобраться? Для этого нужно проанализировать все отклики вместе. Правильный выбор метода обработки данных очень важен. А методы могут быть разными: искусственные нейронные сети, анализ по главным компонентам, нечеткая логика и пр. Первый этап обработки — это всегда распознавание и изучение структуры данных. Для этих целей используют методы управляемого обучения, например анализ по главным компонентам или искусственные нейронные сети. Следующие задачи — классификация и количественный анализ. Их решают с помощью методов управляемого обучения. Вообще, эта область науки — сложнейшая смесь биологии, высшей математики и химии.

Электронный язык имеет неоспоримые преимущества перед единичными ионоселективными электродами. Во-первых, он предоставляет данные, которые невозможно получить с помощью этих единичных сенсоров или другими методами. Например, именно так удалось решить проблему недостаточной селективности по отношению к ионам Ca^{2+} и Mg^{2+} (анализ крови) или удалось определить ионы (Zn^{2+} , Fe^{3+} , UO_2^{2+}), для которых не существует хороших селективных электродов. Во-вторых, использование массива сенсоров на порядок снижает предел обнаружения веществ (по концентрации). Язык также может измерять параметры, не используя электрод сравнения. Однако наиболее необычное свойство мультисенсорных систем — их способность к распознаванию вкуса и его количественной оценке. Систему обучают (калибруют) по ряду стандартных растворов или образцов продуктов. Если она может определить ключевые вещества и параметры, формирующие вкус, то после такого обучения электронный язык может анализировать и неизвестные продукты. Искусственное определение вкуса очень нужно в пищевой и фармацевтической промышленности, и, возможно, это одно из интереснейших будущих приложений электронных языков.

Сегодня самый распространенный объект анализа — пищевые продукты. Уже описано применение электронного языка для анализа фруктовых соков, минеральной воды, прохладительных напитков, кофе, чая, молочных продуктов, вина, растительных масел, фруктов, овощей и даже мяса и рыбы. Электронный язык может определить качество пищевых продуктов и выявить подделку. Как правило, его используют только для распознавания продуктов, гораздо реже — для их



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

количественного анализа. Но конечно же область применения электронного языка гораздо шире. Есть данные, что такие приборы применяли для контроля и определения основных компонентов в питательных средах, на которых выращивают микроорганизмы, для контроля очистки питьевой воды, для определения содержания неорганических анионов и катионов переходных металлов в грунтовой, шахтной и морской воде и многого другого.

Системы типа «электронный язык» — это быстро развивающаяся и перспективная междисциплинарная область науки. Об этом, например, свидетельствует прошедший в мае 2007 года международный симпозиум «Обоняние и электронный нос (язык)» — ISOEN 2007, организованный Санкт-Петербургским государственным университетом. На нем можно было услышать доклады ученых из 27 стран! Сегодня уже можно купить первые такие коммерческие системы. И все же пока большая часть знаний этого молодого научного направления остается эмпирической.

Проблема в том, что сенсорных материалов не так много, как хотелось бы. Во многих случаях применяют только один тип сенсоров, — стало быть, такую систему можно использовать для определения ограниченного набора веществ. Нужно также увеличить число веществ, которые могут распознать электронные языки. Хотелось бы больше понимать механизм чувствительности сенсорных материалов, поскольку без этого просто невозможно разрабатывать новые композиции.

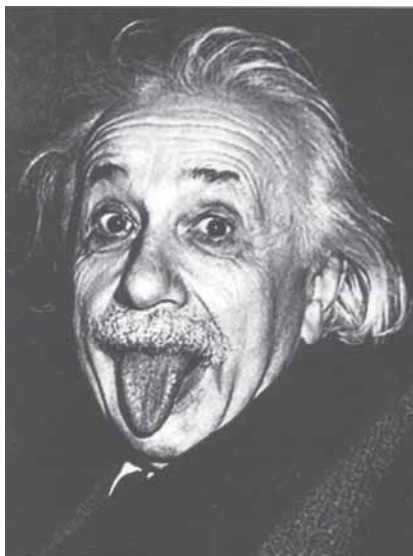
Еще одна задача — объективные критерии создания таких систем. Сейчас мы еще не можем заранее сказать, сколько сенсоров и с какими характеристиками необходимо для анализа данной смеси веществ, — это подбирают эмпирически. Поскольку над всеми этими вопросами работают во многих лабораториях мира, вероятно, мы будем свидетелями бурного прогресса в этой области в ближайшие годы.

Что еще прочитать об электронных языках:

Власов Ю.Г., Легин А.В., Рудницкая А.М., К. Ди Нанти, А. Д'Амиго. «Мультисенсорная система на основе химических сенсоров и искусственных нейронных сетей», Журнал прикладной химии, 1996, т.69, № 6, с. 958–964.

Власов Ю.Г., Легин А.В., Рудницкая А.М., «Мультисенсорные системы типа электронный язык — новые возможности создания и применения химических сенсоров», Успехи химии, 2006, т.75, № 2, с. 141–150.





О языке с уважением

Тongue, la langue, lingua, lingua, nebbie, Zunge — это обычный человеческий язык. Тот, что у нас во рту, за зубами. Именно ему в свое время философы, теологи и святые отцы церкви приписывали особую роль, связывая его с земными страстями и удовольствиями. На самом деле роль у этого органа совсем не легкомысленная.

В курсе анатомии можно прочесть, что язык человека — это мышечный орган, расположенный в ротовой полости, который помогает пережевывать пищу, участвует в артикуляции звуков речи и является органом вкуса. Вся его поверхность, кроме основания, покрыта сосочками — химическими рецепторами возбуждения вкуса. Среди них специалисты выделяют сладкий, соленый, кислый и горький. На сладкий вкус в основном реагирует передняя часть языка, на кислый — сосочки на боковых поверхностях, на горький — задняя часть и на соленый — центральная.

В сосочках языка расположены вкусовые почки, или луковицы со вкусовыми порами. Растворенное в слюне вещество, попадая в такую пору, раздражает вкусовые клетки. Они преобразуют раздражение в электрический импульс, который передается в центральную нервную систему. Этот алгоритм занимает доли секунд, и организм человека моментально реагирует на смену вкуса.

Однако когда мы едим бифштекс или пьем вино, букет нам кажется значительно богаче, чем можно составить из четырех элементарных вкусов. Ощутить бесконечное многообразие оттенков нам помогает обоняние. И без него — никуда. Как толь-

ко что-то попадает нам в рот, этот предмет тут же оказывается под обстрелом различных анализаторов: ароматы воздействуют на обоняние, вкус, жесткость, вязкость и температуру регистрируют осязательные рецепторы. При пережевывании крекера, яблока или джема получают различные звуки, о которых нам сигнализируют органы слуха. Получается, что язык — это целая аналитическая лаборатория. Надо сказать, что, когда не было сложных приборов, язык был одним из основных средств изучения предметов и явлений окружающего мира. Не случайно ребенок все тянет в рот.

С языком связано немало забавных и странных историй. Например, выдающийся английский физик Джеймс Клерк Максвелл в детстве сажал лягушат себе на язык и наслаждался их кваканьем. Немецкий врач Геллерман долго пытался лечить заикание тем, что заставлял пациентов царапать ногтем нижнюю поверхность языка, а берлинский хирург Иоганн Фридрих Диффенбах (1794—1847) для этих же целей вырезал часть мышц языка. Так же до него поступал древнеримский ученый Авл Корнелий Цельс (ок. 25 до н. э. — ок. 50 н. э.).

Есть и мистические ритуалы, связанные с языком. Известная французская исследовательница тайн Востока Александра Давид-Неэль (1868—1969) в своей книге «Магия и тайна Тибета» описывает мистический ритуал роланг («труп, который встает»). Последовательность этой удивительной церемонии, если верить автору, такова: мастер запирается с трупом в темной комнате, ложится на него, прижимая губы к его

губам. Затем он повторяет одну и ту же «магическую формулу». Через некоторое время труп якобы оживает, пытается встать, освободиться, и тогда в определенный момент мастер ухватывает язык трупа и вырывает его. После этого труп становится таковым окончательно. В Тибете считают, что добытый таким образом язык — мощное магическое оружие. Согласно древним хроникам, этот ритуал был широко распространен и в Тибете, и в некоторых странах Востока задолго до возникновения буддизма. Тогда адепты носили на груди высушенные языки, как сейчас мы носим украшения.

Мистика, связанная с языком, присуща не только странам Востока. Во времена, когда наука существовала в форме алхимии и магии, мистика была неотъемлемой ее частью. В медицинской литературе Средневековья есть большие разделы «об использовании частей человеческого тела для изготовления лекарств». Так, в книге известного арабского алхимика Джабира ибн Гайяна (ок. 721—815) «Picatrix» есть описания пользы человеческого тела. Например, женские языки помогают тем, кто насылает наваждения или занимается заклинаниями. Если кто-либо хочет что-нибудь украсть, то ему надо взять с собой язык человека и язык коршуна. Воины-каннибалы считали, что немые, заики и картавые должны из всех частей тела предпочитать именно язык.

Немецкий алхимик и богослов Альберт Великий (ок. 1193—1280) в книге «О чудесах мира» пишет, что если «поймать живую водяную лягушку, удалить язык и снова поместить ее в воду, а язык положить на сердце спящей женщины, то она правдиво ответит на вопрос». Со времен короля Карла Великого (742—814) известен магический трактат «Послание коршуна», который рассказывает о способах практического применения этой птицы. Среди многих частей тела о языке сказано следующее: «Если язык положить в свой правый башмак и ходить с ним, то твои враги станут тобой восхищаться».

Надо сказать, что не только мистические алхимики, но и ни один уважающий себя ученый прошлого не пренебрегал свойствами языка. Только использовали они его по назначению — как аналитический прибор.

Со школьной парты нам известны «Правила поведения в химической лаборатории». В одном из пунктов сказано: «В химической лаборатории

не пробуют на вкус даже известные вещества (в том числе поваренную соль, сахар)». Правила созданы для того, чтобы их нарушать, и в истории науки таких нарушителей было предостаточно. Например, лекари Средневековья считали магнит сильным слабительным. И уже позже ученые, с которыми сегодня связывают золотой век изучения магнетизма, проверяли это свойство магнита на себе. Известный английский физик Уильям Гильберт (1540—1603) принимал магнит, истолченный в тонкий порошок, и чувствовал «мучительные боли во внутренностях, чесотку рта и языка, ослабление и сухотку членов». Увлеченные естествоиспытатели также лизали магнит языком, размешивали его крупички в воде и выпивали полученную суспензию.

Тот же Альберт Великий в трактате «Малый алхимический свод» описывает несколько десятков различных веществ и среди их свойств упоминает вкус как один из основных показателей. Препараты испытывали на себе чуть ли не все алхимики и врачи Средневековья, а затем и ученые эпохи Возрождения и Нового времени. Причем если рассказывать подробно о врачах, то не хватит и огромной книги. Для составления энциклопедии, трактата или просто небольшого описания они как можно тщательнее изучали свойства веществ, среди которых был вкус и действие на человека.

Одним из таких экспериментаторов был Карл Вильгельм Шееле (1742—1786). Он открыл кислород, фтор, азот, хлор, марганец, молибден, барий, вольфрам, ряд органических и неорганических соединений — и почти никогда не соблюдал элементарных мер безопасности. Кроме того, все полученные вещества он пробовал на вкус. В 1782 году ученый поставил эксперимент — подействовал на раствор цианистой ртути разведенной серной кислотой и железными опилками, после чего получил новое соединение цианистоводородную (синильную) кислоту. Само собой, он попробовал и ее тоже. Известно, концентрация была мала или проба небольшая, но химик выжил. Однако через четыре года он умер, и историки науки связывают смерть Шееле именно с синильной кислотой.

Несколько раньше врач и алхимик Иоганн Рудольф Глаубер (1604—1668) писал о полученном им соединении — глауберовой соли: «Эта соль, если она хорошо приготовлена, имеет вид льда, она образует длинные, совершенно прозрачные кристаллы, которые рас-

тапливаются на языке без всякой едкости». В своих рабочих тетрадях знаменитый английский математик и физик Исаак Ньютон (1643—1727) также описывал вкусовые ощущения от различных химических соединений: «безвкусное», «сладковатое», «солонатовое», «очень едкое», — значит, он их тоже пробовал! Хорошо известен знаменитый опыт А.Вольта, когда он в 1792 году в Павийском университете приложил к кончику языка оловянную пластинку, а на его середину — серебряную монету, после чего почувствовал кисловатый привкус. Если помянуть металлы местами, вкус меняется на щелочной. Впрочем, каждый наверняка хоть раз в жизни проверял годность батареек языком и чувствовал при этом кисловатый привкус. Но в XVIII веке это было величайшим открытием.

Михаил Васильевич Ломоносов, недовольный узостью четырех вкусов, в 1752 году предложил свою шкалу вкусовых ощущений: «Главные из более отчетливых вкусовых ощущений такие: 1) вкус кислый, как в уксусе; 2) едкий, как в винном спирте; 3) сладкий, как в меде; 4) горький, как в смоле; 5) соленый, как в соли; 6) острый, как в дикой редьке; 7) кисловатый, как в незрелых плодах».

Совершенно пренебрегал своим здоровьем русский ученый Карл Карлович Клаус (1796—1864). Настолько, что мог пальцами перемешивать раствор платиновых руд в царской водке! В 1840 году он получает распоряжение от Министерства финансов Российской империи снизить потери платины при выделении ее из платиновых руд. Результаты экспериментов, в том числе и вкус полученных соединений, он фиксирует с особой тщательностью. Благодаря ему мы знаем, что у одного из соединений осмия вкус «острый, перцеобразный», а у другого — «сначала слегка сладкий, потом немного горьковат». Однажды опыты закончились «трехнедельной болезнью полости рта с образованием пузырей». Когда он исследовал рутений, то выяснил, что его соединение с аммиаком имеет вкус еще

более едкий, чем у едкого калия.

Еще один русский ученый, Товий Егорович Ловиц (1757—1804), также пробовал на язык химические препараты. При описании «стронциановой земли» он отметил, что маленькое зернышко прокаленной стронциановой земли величиной с булавочную головку причиняет при прикосновении к языку сильную, продолжающуюся несколько дней жгучую боль. При дегустации кристаллов ледяной уксусной кислоты он заметил: «Вкус очень кислый. Одна капля этого уксуса на языке вызывает боль, ощущаемую в течение двадцати часов».

Из книги Александра Михайловича Бутлерова (1828—1886) «Введение к полному изучению органической химии» мы знаем, что часто углеродистые соединения с едким запахом имеют также и едкий вкус. На вкус вещества, как ему показалось, влияет не столько величина молекулы, сколько ее химическое строение: многоатомные спирты в общем имеют сладкий вкус, а кислоты — вкус более или менее кислый. Сейчас вряд ли кому-нибудь придет в голову пробовать все эти вещества на язык. Но когда человек пробует что-то в первый раз — он изучает. И в этом незаменимая роль языка в истории науки.

Недаром сказано: язык — зеркало живота. Потерять вкус — это потерять очень много. Мы ведь еще даже не упомянули, что язык — один из органов, который помогает нам определить свежесть продуктов, а по цвету языка можно судить о здоровье нашего тела. Вкусная еда может дать большой эмоциональный заряд, а знание вкусовых предпочтений клиента привести к выгодной сделке... Профессиональный дегустатор мороженого американец Джон Гаррисон застраховал свой язык на 250 тысяч долларов от потери вкусовой чувствительности. По-моему, для такой незаменимой части тела это даже слишком низкая цена.

А.Галигузов



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

ТРУБКИ ДЛЯ КОТЕЛЬНОЙ

Британские ученые нашли способ превратить газ из трубы котельной в чистейший CO_2 .

Ian Metcalfe,
i.metcalfe@
newcastle.ac.uk

В зарубежных лабораториях

Если бы из трубы тепловой электростанции выходил чистый углекислый газ, его можно было бы собрать и использовать, уменьшив таким образом вклад в парниковый эффект. Увы, он выходит не чистым, а в смеси с оксидами азота. Разделять их нелегко, и все эти газы улетают из трубы в атмосферу. Избавиться именно от оксидов азота может помочь технология, которую предлагают ученые из университета Ньюкасла (Великобритания) во главе с профессором Яном Меткалфом. Вообще-то он занимается высокотемпературными топливными элементами, основным узлом которых служит пробирка из керамики, способная пропускать сквозь себя ионы кислорода.

«Эта керамика работает как мембрана, отделяющая кислород от остальных газов воздуха, — говорит профессор Меткалф. — Значит, с ее помощью можно заранее разделить кислород с азотом, и в топке не будут образовываться оксиды азота в том количестве, как это получается обычно».

Система, предлагаемая профессором Меткалфом и его коллегами, состоит из тонких, похожих на соломинки для коктейля, трубочек, сделанных из оксида системы La-Sr-Co-Fe. Предполагается, что из множества таких трубок будет построена топка, а топливо будет сгорать внутри них.



АВТОРОБОТ

Инженеры из США создают автомашину, которая способна без помощи человека за шесть часов преодолеть 60 миль, путешествуя по дорогам Калифорнии.

Пресс-секретарь Liz Crumbly,
lcrumb@vt.edu

В зарубежных лабораториях

«Два года назад мы испытывали прототип такой робота-автомашины в пустыне Мохав. Тогда наша команда показала 8-й и 9-й результаты, благодаря чему мы получили финансовую поддержку от Министерства обороны, компаний «Форд» и «Катерпилер». Конечно, путешествовать роботу по дорогам Калифорнии гораздо сложнее, чем по пустыне, но мы неплохо подготовились», — говорит один из участников работы дипломник Виргинского университета Патрик Курье.

Робота, переделанного из подаренной автомашины «Форд-Эскейп», назвали «Один». Его оснастили мощным бортовым компьютером, приемником GPS, лазерными сканерами и видеокамерами. Изоцированное программное обеспечение позволяет моделировать поведение человека и распознавать маневры впереди идущих машин. В результате робот умеет ездить по размеченной автострате, перестраиваться из ряда в ряд, объезжать остановившийся автомобиль, пересекать перекрестки и парковаться, причем все это он делает, не выходя за рамки правил дорожного движения. Три лазерных сканера 25 раз за две секунды осматривают окружающее пространство и измеряют скорость приближения «Одина» к тому или иному объекту на дороге. Еще четыре сканера установлены на крыше. Два из них выискивают на дороге выбоины, а еще два следят за объектами, которые при маневре попадают в слепую зону трех основных сканеров.

Предполагается, что подобные автороботы будут выполнять задания по доставке грузов на поле боя по заданному маршруту во время ведения армией США боевых действий.

ИЗМЕРЕНИЕ МОРЩИН

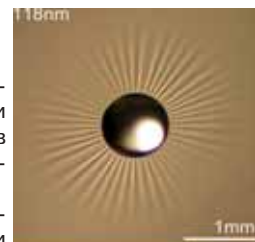
Ученые из Нидерландов, США и Чили предложили оригинальный метод измерения свойств полимеров.

Пресс-секретарь Huub Eggen,
huub.eggen@fom.nl

В зарубежных лабораториях

Для своих опытов ученые из Нидерландов, США и Чили выбрали полистироловые пленки толщиной от 31 до 233 нанометров. Из этих пленок они вырезали круги диаметром 22,8 мм и помещали их в чашечку Петри с дистиллированной и деионизированной водой. Будучи гидрофобными, полистироловые пленки свободно плавали по поверхности этой воды. Затем капельку воды капали в середину круга, и он покрывался морщинами. Причина их появления — капиллярные силы, величина которых ранее была рассчитана этими же учеными.

«Как оказалось, подсчитав количество и длину возникающих морщинок и сравнив их число с результатами расчета, можно определить жесткость полимера и толщину его пленки, — говорит участник работы голландец Вим де Жу, ныне сотрудник Массачусетского университета. — Метод пригодится для измерения параметров сверхтонких пленок, поскольку такие измерения всегда трудно проводить. Пересчитывать же морщинки совсем не сложно, для этого нужны лишь оптический микроскоп и связанная с ним видеокамера».



ДРЕВНИХ ЖУКОВ ПОДВЕЛИ НОГИ

Ученые из США подтвердили догадку, что гигантские насекомые вымерли из-за недостатка кислорода. Однако к удивлению, слабыми у них оказались ноги.

Пресс-секретарь Sylvia Carson,
scarson@anl.gov

В зарубежных лабораториях

В палеозое, когда концентрация кислорода в атмосфере Земли достигла максимума, жили гигантские насекомые. Потом они вымерли. Как предполагают ученые, причиной тому стало их строение. В отличие от позвоночных, у насекомых нет легких, зато есть система трахей — трубочек, которые пронизывают все тело. Кислород через стенки этих трахей поступает непосредственно в каждый орган, а не в циркулирующую по телу кровь. Очевидно, что чем больше тело, тем длиннее трахеи. А чем меньше в воздухе кислорода, тем быстрее он кончается во время путешествия по сосуду.

Ученые из Аргоннской национальной лаборатории (США), где есть мощный источник рентгеновских лучей, решили приглядеться к строению трахей жуков различных эпох, размеры которых различались в тысячу раз, и узнать, какому же первому органу перестало хватать кислорода — голове или еще чему-нибудь. Выяснилось, что гигантских насекомых погубили ноги. Именно в них сеть трахей становилась все плотнее, и в конце концов просто перестало хватать места, чтобы обеспечить разросшиеся ноги кислородом.

Получив зависимость изменения протяженности трахей от концентрации кислорода, ученые приступили к расчетам. Как оказалось, если бы лимитирующей оказалась протяженность трахей в голове жука, сейчас вполне могли бы существовать огромные насекомые размером в десятки сантиметров. А вот когда в формулу подставили данные о ногах, то расчет дал размер одного из самых больших современных жуков — это амазонский дровосек-титан, который достигает в длину 18 см.



ЭНЕРГИЯ ИЗ БУМАГИ

Ученые из США предлагают печатать батарейки на листах бумаги.

Пресс-секретарь
Michael Mullaney,
mullam@rpi.edu

ГИБКИЙ ДАТЧИК НА ВОДОРОД

Ученые из США придумали, как с помощью углеродных нанотрубок сделать гибкий датчик водорода.

Пресс-секретарь
Sylvia Carson,
scarson@anl.gov

АЛЮМИНИЕВЫЙ КРЕМ

Британские химики высказали сомнение, что присутствие алюминия в кремах от загара способствует здоровью.

Пресс-секретарь
Chris Stone,
c.w.stone@kfm.keele.ac.uk

ХЕМОДАКТИЛОСКОПИЯ

Химик из Великобритании считает, что из отпечатков пальцев можно извлечь гораздо больше информации, чем удавалось до сих пор.

Пресс-секретарь
Colin Smith,
cd.smith@imperial.ac.uk

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Ученые из Ренсселеровского политехнического института (США) создали батарейку, которая выглядит как листок черной бумаги. В сущности, это и есть листок бумаги, поскольку ее основа сделана из волокон целлюлозы.

На эту основу примерно тем же методом, что и при работе принтера, были нанесены электроды — слои углеродных нанотрубок. А саму бумагу смочили электролитом, так называемой ионной жидкостью — расплавленной солью. Ионная жидкость не содержит ни капли воды, она не испаряется и не замерзает, поэтому батарейку удастся использовать при температурах от +150 до -70°C.

«Эту батарейку можно сгибать, складывать, сминать, резать на кусочки, и она не потеряет своих свойств. А можно сложить листки в стопку и получить очень мощную батарейку. Кстати, мы сделали не только батарейку, но и конденсатор, способный создавать большую плотность тока, — говорит один из участников работы профессор Роберт Линхардт. — Компоненты батарейки связаны друг с другом на молекулярном уровне, это очень умная бумага. Кроме того, можно вообще обойтись без электролита — его заменит кровь, пот или моча если такая батарейка станет источником питания для устройства, вживляемого в тело человека».

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Датчик на водород, казалось бы, маленькая и незначительная деталька, а на самом деле от нее без преувеличения зависит все будущее водородной энергетики: прежде чем автомобили с баками водорода вместо бензобаков заполнят наши улицы, нужно быть уверенным, что ни один из них не взорвется из-за случайной утечки. Нынешние датчики не очень устраивают инженеров потому, что они, во-первых, жесткие, а во-вторых, дорогие — в них много палладия. Вот если бы оклеить гибкими датчиками всю трубу, которая подводит топливо из баллона к двигателю, тогда можно было бы утечку легко заметить и принять меры. Такой датчик разработали ученые из Аргоннской национальной лаборатории (США) во главе с Юган Саном.

Сначала на подложке из кремния выращивают однослойные углеродные нанотрубки при нагреве до 900°C. Затем их помещают на пластик при нагреве ниже 150°C. В результате на пластике образуется тонкий слой нанотрубок. На него-то и наносят слой палладиевых наночастиц. Такая система очень точно измеряет концентрацию водорода. Например, при его содержании в воздухе 0,05% электросопротивление датчика изменялось на 75%. Концентрацию в 1% водорода он распознает уже через три секунды. Даже при изгибе с радиусом 7,5 мм и после 2000 циклов гиб-перегиб датчик продолжал работать так же надежно.



В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

В кремы от загара, естественно, добавляют специальные вещества, которые способны хорошо поглощать вредное для всякой органики ультрафиолетовое облучение. Главнейшее из них — диоксид титана. Кроме него, во многие кремы добавляют и соединения алюминия. Именно на них обратили внимание ученые из Килского университета, что находится в графстве Стаффордшир (Великобритания) во главе с доктором Кристофером Эксли.

Для своих исследований они взяли семь разновидностей крема от загара. В каждом из них соединения алюминия присутствовали в достаточном количестве, чтобы попасть в списки ингредиентов. К сожалению, лишь один из изготовителей крема сообщил ученым, что он добавляет гидроксид алюминия, чтобы он не давал слипаться частицам диоксида титана, обволакивая их поверхность.

Но как себя поведет алюминий, попав на кожу? Оказывается, его соединения могут накапливаться в ней, а затем транспортироваться к другим участкам тела. И все бы ничего, если бы алюминий при облучении не способствовал образованию свободных радикалов. Нельзя сказать, что о таком поведении изготовителям кремов ничего не известно — они добавляют антиоксиданты, однако насколько эффективно эти антиоксиданты могут бороться с такими катализаторами окисления, как алюминий, остается под вопросом. «Наверное, нельзя напрямую связывать два факта — увеличение потребления кремов от загара и рост числа больных раком кожи, однако несомненно, что добавка алюминия в этих кремах несколько не способствует здоровью потребителей», — говорит Кристофер Эксли.

В ЗАРУБЕЖНЫХ ЛАБОРАТОРИЯХ

«В каждом отпечатке пальцев содержатся микрограммы биологических жидкостей, а также считанные молекулы предметов, которые человек, оставивший этот отпечаток, держал в руке. Их можно расшифровать», — говорит профессор Сергей Казарян из лондонского Королевского колледжа. Для распознавания химических микроследов он предлагает применить две хитрости: фиксировать их с помощью желатиновой ленты и подвергать ее микроанализу. При таком анализе образец освещают инфракрасными лучами разной длины волны, смотрят, как и когда возбуждаются различные молекулы, и таким путем устанавливая химический микросостав.

Как показали первые эксперименты, пальцы человека действительно хранят множество химической информации. Например, если концентрация мочевины в отпечатках высока, значит, их оставил мужчина. Если мала — то женщина. По присутствию специфических аминокислот можно узнать, вегетарианец этот человек или нет. Очевидно, что следы от пороха, наркотиков, химического оружия этот метод позволит находить с легкостью. «Я надеюсь, в недалеком будущем химические следы будут рассматриваться в суде как один из основных аргументов и аналитическая химия в очередной раз поможет бороться с преступностью», — говорит Сергей Казарян.

Революция в химии

Весной этого года на национальной конференции Американского химического общества высшую награду этого общества – медаль Пристли – вручили профессору Гарвардского университета **Джорджу Уайтсайду**. Эту награду он получил за многолетние работы в нескольких областях химии: спектроскопию ЯМР, металлоорганическую химию и исследование поверхностных явлений. Дж.Уайтсайду присущи огромная эрудиция и широкий взгляд на различные химические проблемы, на развитие химии и других наук, на связь науки и общества в современном мире. Обо всем этом он говорил в речи (опубликована в «Chemical and Engineering News», 2007, 85, № 13), произнесенной при вручении ему высокой награды. Предлагаем ее сокращенный перевод, сделанный доктором химических наук Ю.П.Ямпольским.



Мне хочется начать с двух важных соображений. Во-первых, на мой взгляд, у химии никогда еще не было таких больших возможностей и таких важных задач, как сейчас. Сегодня она решает не только важнейшие проблемы фундаментальной науки, но и прикладные задачи, представляющие большой интерес для общества. Медаль Пристли – награда, которая отмечает достижения исследователя за всю его жизнь, но я бы предпочел, если бы это было возможно, не подводить итоги, а, наоборот, начинать сейчас мою научную карьеру.

Во-вторых, прошлое не позволяет точно предсказывать будущее. Того, что мы знаем сегодня, недостаточно, чтобы решать проблемы завтрашнего дня. Химия пережила замечательные 50 лет, однако новые проблемы требуют новых подходов. Маловероятно, что дисциплины, которые были главными вчера и в рамках которых я вырос, останутся таковыми в будущем. Я полагаю, мы станем свидетелями кардинальных изменений, по сути – революции в химии. Эти изменения затронут и то, что химия делает, и то, что она собой представляет.

Итак, химия на пороге революции. Рассмотрим две теории революций в науке. Первая (ее придерживались Фримэн Дайсон, Питер Голлисон и другие) утверждает, что новые экспериментальные методы – это движущие силы революции. Можно сказать, что, согласно этой теории, новые ключи открывают новые двери. Хороший пример из современности – роль сканирующего туннельного микроскопа в зарождении нанонауки и нанотехнологии. Ту же роль сыграла полимеразная цепная реакция в развитии молекулярной генетики, органический синтез в получении новых лекарственных препаратов, спектроскопия ЯМР в органическом синтезе. Компьютеры также стали инструментом, который изменил все вокруг.

Вторая теория научных революций, которая кажется мне очень убедительной, – это теория Томаса Куна. В несколько упрощенном виде она утверждает, что научные революции происходят тогда, когда нет другого выхода. То есть когда научное сообщество признает (обычно неохотно), что существующие теории просто несовместимы с их собственными экспериментальными наблюдениями. Пример такой революции – возникновение квантовой механики в первое десятилетие XX века. То же можно сказать про открытие кислорода, сделанное Джозефом Пристли около 200 лет тому назад.

Наиболее известная книга Т.Куна называется «Структура научных революций», и химия может извлечь из нее много полезного. Кун полагает, что активность в науке существует в двух основных формах. Первая – это так называемая нормальная наука, которая развивает общепринятые идеи и парадигмы. Вторая форма активности – это открытия, которые составляют основу фундаментальных изменений научного знания, то есть научной революции.

Нормальная наука в основном занимается тем, что Кун называет головоломками. Это класс проблем, в которых ответ известен заранее и не слишком важен и в которых зато большое значение может иметь элегантность решения. В противоположность этому цель открытий или революций – ответы на гораздо более серьезные вопросы. Здесь ответ имеет значение, стратегия решения задачи неизвестна, и иногда даже не очень понятно, имеет ли задача решение вообще. Пример – выбор лучшей стратегии контроля окружающей среды.

Научное сообщество склонно рассматривать открытия как более «возвышенную» деятельность по сравнению с обычной наукой. Кун же утверждает, и я с ним согласен, что оба типа активности важны и что нормальная наука



РАЗМЫШЛЕНИЯ

необходима для выбора научных «загадок» и последующей их более интенсивной разработки. Иногда это приводит к кардинальному пересмотру научных принципов, то есть к революции.

Проблемы

Почему я считаю, что химия находится на пороге революции? Для этого есть четыре причины.

Во-первых, на химии как области знания (это не только мое мнение, но и многих людей, далеких от химии) сегодня лежит интеллектуальная ответственность за решение многих интересных проблем в науке и технологии.

Во-вторых, после исключительно продуктивного периода развития сегодня у нас есть инструменты, позволяющие решить по крайней мере часть подобных задач.

В-третьих, химия может сегодня предложить методы для осуществления этой большой работы. В частности, у нее есть уникальный и весьма полезный синтетический подход. Химики могут создать нечто — новую молекулу, материал или систему, они также способны детально разбираться в сложных системах. Для них привычны задачи, включающие многие подсистемы, которые сами изменяются.

Наконец, в-четвертых, давайте скажем честно, что эти проблемы не могут быть решены только на основе нынешнего знания. Среди различных наук химия, пожалуй, подходит больше всего: она лучше, чем физика, «переваривает» детали и в большей степени, чем биология, готова к количественному анализу.

Приведу некоторые задачи, которые можно решить с использованием химических методов. Список этот, конечно, субъективен, но он подтверждает, что химики могут работать не только с молекулами и материалами, но готовы браться и за «амбициозные» проблемы.

Клетка и природа жизни. Понимание того, что такое клетка, — это, по сути, химическая проблема, кроме того, химики имеют наиболее подходящую квалификацию для ее решения. Клетка — это способный к самовоспроизведению мешок с разнообразными структурированными образованиями и реагентами. Конечно, очень важно знать индивидуальные реакции, которые делают клетку клеткой, но еще более важная задача — понять, почему клетка динамически стабильна, учитывая все происходящие в ней взаимосвязанные реакции. Хотя у нас пока нет теорий, описывающих такие системы, развитие кинетики систем сопряженных реакций — то, к чему химики и технологи готовы лучше всех остальных.

Энергия, окружающая среда, экологические проблемы. Сложная цепь реакций, которую мы должны понять (от нефтяных скважин, угольных шахт, нефтеперерабатывающих заводов и автомобилей до атмосферы, океана и устройства суши), — это та же задача, что и понимание жизни. Она требует умения предсказывать поведение

сложных систем и взаимосвязанных химических процессов на разных стадиях.

Здесь есть много серьезных, хотя, может быть, и частных, вопросов. Как работает фотосинтез и можно ли повысить его эффективность? Каков лучший способ сократить содержание углекислого газа в атмосфере? Какая солнечная батарея наиболее экономична? Но возникает и более общий вопрос: как это все взаимосвязано? Понимание работы сложных систем — вот где необходимы революционные идеи. Если произошли изменения в одной части света (скажем, США или Китай начали сжигать больше угля), что случится с другими частями (например, как изменится температура Гренландии, скорость глобальных процессов фотосинтеза или количество дождей в районе Нигера). Пока мы не знаем, как ответить на эти вопросы. Мы даже не знаем, как долго мы еще будем оставаться в неведении.

Происхождение жизни. Это одна из важнейших научных проблем. Большинство химиков, и я в их числе, считают, что жизнь возникла самопроизвольно из смеси молекул, существовавших на пребиотической Земле. Но как? Понятия не имею. Возможно, это произошло благодаря спонтанному возникновению «простых» автокаталитических циклов, после чего они стали комбинироваться. Исходя из всех моих познаний в химии, это кажется очень маловероятным. Мир, построенный на РНК, слишком далек по сложности от разбавленного раствора простых молекул в горячем океане, обладающем восстановительными свойствами, который еще контактирует с атмосферой, содержащей CO_2 под высоким давлением. Мне совершенно непонятно, как это связать. Нужна хорошая новая идея, которая приведет нас к системам, эволюционирующим автономно, — вот настоящая научная революция.

Молекулярное распознавание в воде и синтез лекарств. Одно из самых важных дел, которые сделала химия для человечества, — это выяснение структуры и производство лекарств. Присоединение небольшой молекулы к белку — пожалуй, наиболее важный молекулярный процесс в биологии. Когда я начал заниматься химией, идея рационального дизайна лекарств, или, если сформулировать более реалистично, лигандов, считалась совершенно понятной целью. Между тем сегодня она все еще не достигнута. Правда, мы гораздо лучше понимаем, чего же мы не понимаем и почему проблема столь сложна. И все же мы не умеем создавать лиганды с оптимальной структурой. Хотя в состоянии сформулировать направления, в которых нужно двигаться: какова роль взаимодействия с растворителем, и, в частности, с водой (особенно при молекулярном распознавании); какова роль энтропии; почему вода ведет себя так необычно?

Катализ. Почти все в химии — это каталитические процессы. Нефтепереработка, нефтехимия, большинство сложных синтезов, метаболизм, гидратация CO_2 в горных породах, фотосинтез, передача нервного сигнала — это лишь некоторые примеры из бесконечного списка. Меня удивляет, как мало мы понимаем основы катализа и как трудно создавать новые катализаторы. Вот еще одна область, в которой требуется что-то совершенно новое.

Молекулярные основы деятельности мозга. Память, мысль, восприятие должны иметь молекулярные основы. Ясно, что молекулы и ионы — это еще не все, так же как транзисторы и электрический ток составляют только часть Всемирной паутины. Но чтобы понять чувственное восприятие, мы, разумеется, должны связать мысль с какими-то простыми вещами в мозгу: ацетилхолином, ионами калия, белками, водой, а потом рассказать всю историю вплоть до создания «Хорошо темперированного клавира».



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Трудно найти более «человеческую» проблему. А если учесть, как теперь делается бизнес, трудно представить себе и то, как и когда мы сможем начать ее решать.

Почему так медленно?

За годы моей работы химия собрала очень большой арсенал инструментов: лучшие аналитические приборы, синтетические методы. Но похоже, мы были настроены на создание гаечного ключа, а не автомобиля. Так, например, открытие новых органических реакций и тактика сложного органического синтеза могут нам казаться очень красивыми, но для общества они важны, поскольку помогают создавать лекарства и другие полезные вещества. Масс-спектрометрия важна не потому, что позволила ученым получить лавину данных, а потому, что с ее помощью можно определить относительное содержание изотопов и узнать о глобальном изменении температуры. Электрохимия — это не только ионы, электроны и молекулы, а основа батарей и топливных элементов.

Сегодня мы располагаем, по крайней мере, некоторыми инструментами, чтобы подступиться к новым, более кардинальным проблемам (таким, как происхождение жизни, изменение климата и пр.). Но пока химия довольно робко подбирается к этим задачам. Почему? У Куна имеется несколько соображений по данному вопросу. Я приведу только одно, и оно очень утешает, поскольку мы не слишком отличаемся от работающих в других областях. Кун пишет: «В задачу нормальной науки не входит обнаружение новых типов явлений; на самом деле те, кто не вписываются в стандартные рамки, обычно вообще выпадают из поля зрения. Ученые, как правило, не стремятся изобрести новые теории, и они нетерпимы к тем, кто их изобретает».

Я полагаю, что сегодня химикам надо разобраться с некоторыми вопросами, прежде чем приступать к исследованию фундаментально новых территорий.

Что мы знаем и чего не знаем. Мы не знаем многого из того, что, как мы полагаем, нам известно. Когда мы начинаем раздумывать о «великих» проблемах, то обнаруживаем, что современные теории просто не работают. Это относится к сложным, взаимосвязанным процессам, связыванию лигандов белками, к катализу, неравновесным системам, жидкостям и растворам, нековалентным взаимодействиям, энтропии и т. д. В одних случаях мы понимаем, почему наши теории плохо работают, в других — нет.

Рецензирование. Те, кто занимаются рецензированием, особенно в сегодняшних условиях дефицита финансирования, напоминают мне что-то среднее между консерваторами и луддитами. Система отфильтровывает все плохие идеи, большинство хороших и все действительно необычные. Конечно, есть альтернатива такой «нетерпимости» к новым идеям, поскольку (опять обращаюсь к книге Куна): если химия хочет приветствовать новые идеи, система рецензирования должна соответствовать этому.

Капитализм. Стремление промышленных компаний увеличить в кратчайшие сроки доходы акционеров столь велико, что фирмам трудно заниматься чем-то, кроме производства основных продуктов. А между тем исторически именно они были центрами новых, фундаментальных исследований, которые имели большое значение для химии. Можно сделать так же, как решили эту проблему в биомедицинской области, — там результаты фундаментальных исследований, проведенных в университетах, передают в промышленность через небольшие инновационные компании. Если крупная фирма не заинтересована в ваших новых идеях, организуйте собственную крошечную фирму! Химики могли бы поступать также, как это делают биологи. Это было бы полезно и аспирантам, которые захотят передать свои знания специалистам из промышленности.

Образование и учебники. Мы учим студентов, опираясь на существующие учебники (так удобнее профессорам), а не руководствуясь тем, что студенты должны знать. Учебники же часто пишут, стараясь увеличить их объем и стоимость, а не подготовить студентов к работе в новых и еще не окончательно оформившихся областях знания. Однако у нас есть возможность выбрать то, что мы будем преподавать. Мы можем игнорировать учебники и давать материал, который поможет студентам решать новые проблемы. И наконец, остается Интернет для бесплатного получения информации.

Академическая социальная система. Мы должны быть доброжелательнее к новым лицам в науке. Химия нуждается в умной молодежи, особенно если она пришла из другой среды и готова генерировать неожиданные идеи. Нам надо перестать относиться свысока к студентам и поощрять их самостоятельно составлять для себя учебные планы. Сегодня если они это и делают, то с оглядкой, стремясь уменьшить свою нагрузку и исключить наиболее сложные вопросы. Они бы только выиграли, как, впрочем, химия и общество, если бы мы одобряли их инициативу в этом плане.

Наконец, не мешало бы пересмотреть наше отношение к аспирантам, которые более «продвинуты», чем студенты. Признаем, что аспиранты — это более молодые, умные и энергичные, но незашоренные версии нас самих. Они получают лучшее образование, коль скоро будут работать над интересными для них проблемами. Не беда, если мы не сможем ответить на возникающие в процессе этого вопросы или даже понять их!

Итак, мы живем в замечательное время для химии. Она находится, как мне кажется, в положении физики в 1910-е годы (перед тем, когда квантовая механика сделала мир удивительно странным) или в положении биологии в 1950-е годы (перед тем, когда двойная спираль зачеркнула старую биологию).

Конечно, шанс и удача благоприятствуют только подготовленному уму (Л.Пастер. — *Примеч. перев.*). Но существует такая вещь, как ритм революций. Потеряешь темп — и окажешься перед глухой стеной. Наука и общество готовы заняться «великими» проблемами, а химики — лидеры во многих исследованиях, которые предстоит осуществить. Однако не надо забывать, что физики тоже могут разобраться в молекулярных деталях, а биологи научиться решать дифференциальные уравнения. Если мы не захотим решать эти задачи, то придут другие и займутся ими. Если эта революция не будет нашей, это будет чья-то другая революция.



Кудесник органического синтеза



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Доктор химических наук
Р.И.Жданов

В 1957–1967 годах И.В.Торгов создал одну из основных реакций синтеза цикlopентафенантренового остова стероидов, золотыми буквами вписанную в историю химии. На реакции Торгова до сих пор базируется производство стероидных гормонов на заводе фирмы «Йенафарм-Шеринг» в Йене, Германия.

Игорь Владимирович Торгов родился в Казани в 1912 году, там же окончил школу и химический институт. История его семьи — яркий пример характерного для Казани сплава культур: одна его бабушка происходит из польской шляхты, ее родня была сослана сюда после польского восстания 1863 года, а другая — из рязанских татар. Судьба Игоря Владимировича несет отпечаток того страшного времени: отец, профессиональный военный, умер от тифа в 1920 году, когда они жили в Сибири, а мать в 1939-м от туберкулеза, когда ее сын сидел в застенках НКВД.

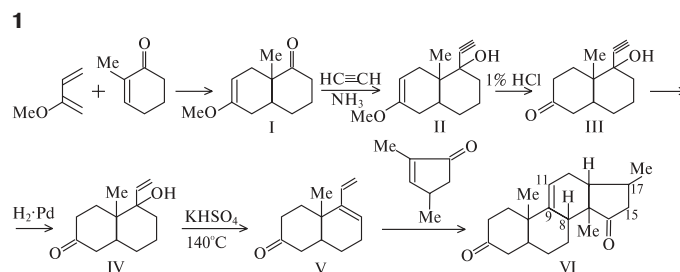
В 1937 году И.В.Торгов закончил Казанский химико-технологический институт (в то время химфак КГУ преобразовали в КХТИ), причем экзамен по органической химии он сдавал академику Б.А.Арбузову. Как вспоминал потом экзаменатор, ответы Торгова были лучшими за всю историю Казанской химической школы в XX веке. В 1939 году он поступил в аспирантуру Института органической химии АН СССР в Москве, блестяще сдав вступительный экзамен А.Н.Несмеянову — будущему академику и президенту Академии наук СССР, а тогда заместителю директора института.

Спрашивал А.Н.Несмеянов. Сначала — что тот заканчивал, какова была тема дипломной работы, а потом — какой раздел органической химии он знает лучше всего. И.В. ответил: «Мне трудно выбрать, но я люблю химию алкалоидов». А.Н.: «Напишите несколько формул и синтезов». И.В. нарисовал формулы хинина, кокаина, пилокарпина и написал схемы полных синтезов кокаина и пилокарпина. А.Н.Несмеянов бегло взглянул на листки и сказал: «Спасибо, мы удовлетворены ответами». Через 20 лет после этого А.Н. сказал Торгову, что он прекрасно помнит тот экзамен и что ему очень понравились ответы — особенно то, как он помнил сложные формулы алкалоидов и их синтезы.

Он начал свою научную деятельность аспирантом в лаборатории И.Н.Назарова с работ в области химии ацетилена. Именно тогда он провел синтезы винилэтинилкарбинола и дивинилкетона, которые еще не были описаны. При получении этих веществ И.В. пришлось преодолеть большие экспериментальные трудности. Результаты составили основу кандидатской диссертации И.В.Тор-

гова, защищенной им в 1947 году. Все исследования И.В. того времени проходили в общем русле работ лаборатории академика И.Н.Назарова и в основном были посвящены ацетилену. Богатые возможности химии ацетилена и его производных позволили И.В. перейти к синтезу сложных полициклических кетонов, родственных природным соединениям, в частности стероидам. Эти шестилетние исследования пригодились для докторской диссертации, которую он защитил в 1953 году. Характерный пример работ этого периода — шестистадийный синтез дикетона VI (рис. 1).

В 1958 году академик М.М.Шемакин пригласил Торгова заведовать лабораторией химии стероидов в Институте химии природных соединений. Вот тогда ему и удалось выиграть мировую гонку за полный синтез стероидов! Ведь в годы, на которые пришелся расцвет творчества И.В.Торгова, активно работало довольно много выдающихся ученых: швейцарец, лауреат Нобелевской премии Л.Ружичка; англичане — лауреат Нобелевской премии Д.Бартон и Р.Робинсон; японец У.Нагата; американцы — лауреат Нобелевской премии Р.Вудворд и Л.Сарретт; француз Г.Уриссон. Несмотря на это, работы И.В.Торгова по полному синтезу стероидов не затерялись в потоке. Более того, в 1959–1967 годах И.В. вместе со своей сотрудницей С.Н.Ананченко создал и развил одну из важнейших реакций полного синтеза цикlopентафенантренового остова стероидов. Эта реакция, получившая в химической литературе название «реакция Тор-



Полный синтез дикетона VI — аналога стероидов.
В этих последовательностях реакций не приведены изомеры соединений I, II, III, IV и V, образовывавшиеся на каждой стадии в различных соотношениях. Их разделение было отдельной задачей

ва», стала основой не только синтеза новых стероидов, но и промышленного метода синтеза стероидных гормонов.

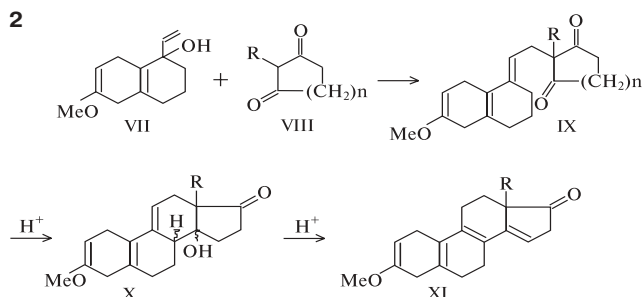
Суть этой замечательной реакции состоит в том, что винилциклогексенолы (VII) вступают в реакцию с циклическими дикетонами (VIII) и получаются полициклические диеновые дикетоны (IX) (рис. 2). Полученные дикетоны (IX) легко циклизовались, чему в первую очередь способствовала пространственная близость карбонильной группы к C-8 атому углерода. В мягких условиях по-



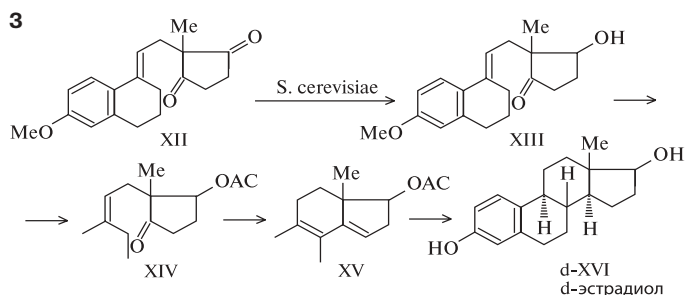
ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

лучались соединения (X), а в более жестких – стероиды (XI). Легкость такой циклизации и была ключевым звеном, обеспечившим успех этой реакции в полном синтезе стероидов. Диеноны стероидов XI стали исходными соединениями для получения производных эстрона и эстрадиола, обладающих высокой биологической активностью.

Для трансформации диенонов (XI) в соединения ряда эстрона И.В.Торгова надо было восстановить двойные связи колец C и D. Это удалось сделать с помощью каталитического гидрирования и восстановления щелочными металлами в аммиаке. Еще одна задача ждала на



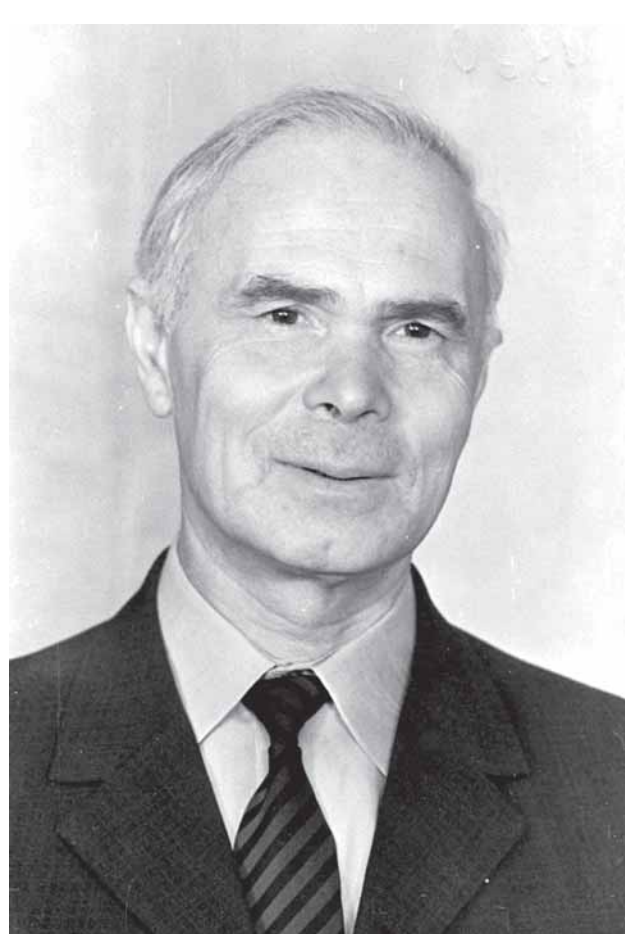
Реакция Торгова



Получение оптически активных стероидных соединений, в частности, d-эстрадиола (XVI), по реакции Торгова

следующем этапе: после синтеза получалась рацемическая смесь d- и l-изомеров, а для медицины важны только физиологически активные d-изомеры. Поэтому пришлось в синтез стероидов вводить стадию асимметризации (рис. 3). Совместно с лабораторией академика Г.К.Скрябина исследователи нашли оптимальный метод восстановления промежуточного кетона (XII) — с помощью культуры дрожжей. Теперь выход нужного d-эстрадиола (XVI) доходил до 90%.

Немецкие ученые немного модифицировали метод Торгова, и он стал основой промышленного многотоннажного производства стероидных гормонов. Пилотную партию стероидов этим же способом выпустили и у нас на заводе «Акрихин», правда, потом производство так и не наладили. Наконец стало возможно делать синтетические стероидные гормоны с широким спектром био-



логического действия. Например, 19-норстероиды обладают анаболической и гестагенной активностью, а 19-нортестостерон, полученный из d-эстрадиола (XVI), и его эфиры применяют в медицине в качестве активных анаболиков. Они усиливают синтез белка в организме, но, в отличие от андрогенов, не так сильно действуют на организм женщин. Еще одно производное нортестостерона и его эфиры обеспечивают 15%-ный привес бычков на животноводческих фермах. Этим же методом синтеза потом получили 14-гидроксистероиды и их 18-замещенные производные, которые было трудно синтезировать другими методами.

Конечно, творческий путь И.В.Торгова не исчерпывается созданием его именной реакции. Он получил гормоны линьки насекомых, а также другие биологически активные вещества. Игорь Владимирович — один из создателей химии природных соединений в нашей стране. В 1961 году совместно с Н.К.Кочетковым и М.М.Ботвинником он выпустил первый учебник по химии природных соединений, читал курс лекций в МГУ им М.В.Ломоносова и постоянно выступал с докладами по химии стероидов в нашей стране и за рубежом.

В 1972 году Торгова избрали членом-корреспондентом АН СССР. Он был почетным членом Сербской академии наук и искусств, одним из старейших членов РАН и пользовался безграничным уважением коллег. Большинство нынешних профессоров и ведущих сотрудников Института биоорганической химии им. М.М.Шемякина и Ю.А.Овчинникова сдавали ему кандидатский экзамен по специальности. В 2007 году, на 95-м году жизни его не стало.

Что такого совершил Игорь Владимирович? Он просто великий ученый и честный человек. По масштабу личности его можно сравнить с академиком Д.С.Лихачевым. Человек с большой буквы, или, если взять немодное нынче слово, — настоящий интеллигент.

Творчество записано в генах

Несколько вопросов, которые Р.И.Жданов успел задать Игорю Владимировичу при его жизни.

Как вы увлеклись химией и как стали химиком?

Довольно случайно. Поначалу в школе меня увлекла математика. А химия у нас началась только в 9-м классе, поэтому позднее и пришла любовь к химии. В университет я сначала подал заявление на механико-математический факультет, но меня отговорили, убедив, что математикой денег особенно не заработаешь. В химии это сделать гораздо проще. Я любил обе дисциплины, но этот аргумент перевесил, и я поступил в химический институт. Сначала я подал заявление на химический факультет в университет, но меня не взяли из-за нерабочего происхождения. Позднее организовался химико-технологический институт, и в 1931 году меня туда приняли.

Вы — один из немногих здравствующих авторов именных реакций. Что для вас творчество и как воспитать творческого человека?

Я убежден, что творчество заложено от рождения, иначе говоря, записано в генах. А вот толчками к его развитию нередко становятся влияние и беседы с замечательными людьми, в частности людьми науки. Что касается меня, то я упомяну академика А.Е.Арбузова, похвала которого в 1933 году за ответы на экзамене по органической химии имела для меня огромное значение.

Как складывались ваши отношения с лауреатом Нобелевской премии по химии сэром Дерекем Бартоном?

Профессор Дерек Бартон получил Нобелевскую премию по химии за выдающиеся работы по конформационному анализу стероидов, то есть в моей области. Он уважал меня непонятно за что — ведь он был на вершине славы, а я нет.

Он очень хорошо ко мне относился, прежде всего как к ученому, но и просто как к человеку. Мне запом-



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

нилось одно небольшое событие. В начале 1960-х мы встретились с ним на симпозиуме по химии природных соединений в Польше, под Краковом. Вечером после докладов, на банкете хозяева попросили меня сказать тост. Я произнес тост в честь польских девушек, которые своим трудом обеспечили успех конференции, процитировав стихи Адама Мицкевича в переводе А.С.Пушкина. Тост сказал сначала по-английски, а потом по-русски:

«Нет на свете царицы
краше польской девицы.
Весела — что котенок у печки —
И как роза румяна,
а бела, что сметана;
Очи светятся точно две свечи!»

Потом слово дали сэру Бартону. Он сказал: «Мне нечего добавить к прекрасному тосту профессора Торгова». Это была высокая оценка моей персоны. Я познакомился с сэром Бартоном в 1958 году, а в 1966-м по его инициативе Королевское общество пригласило меня приехать в Великобританию с циклом лекций. Он сам меня встретил в аэропорту Хитроу, сам сопровождал меня в поездке по стране и лично председательствовал на моих лекциях в Лондоне, Кембридже, Манчестере и Глазго.

С кем еще из лауреатов Нобелевской премии вы общались и дружили?

Больше всего мы беседовали с сэром Александром Тоддом. Сначала

мы встретились в Москве на международной конференции в 1958 или 1959 году, а потом каждый раз, когда я бывал в Лондоне. Мы обсуждали последние открытия в области химии природных соединений и обменивались информацией о работах в наших лабораториях. Эти беседы оказали на меня сильное влияние. После нашей первой встречи в Москве он решил прислать ко мне на стажировку своего ученика Лесли Джонсона (он потом работал в моей лаборатории целый год), с которым мы до сих пор дружим.

С профессором Лайнусом Полингом я общался в основном в Москве, во время его приездов, как и некоторые мои коллеги. Лауреат Нобелевской премии по химии 1972 года Роберт Вудворд задавал мне вопросы на Международном симпозиуме по химии природных соединений в Праге в 1962 году, где я выступал с пленарным докладом. После окончания заседания мы долго беседовали о моих работах в области химии стероидов, которым был посвящен тот доклад. В 1956 году я встречался с лауреатом Нобелевской премии швейцарским химиком Леопольдом Ружичкой — тогда он приезжал в лабораторию академика И.Н.Назарова в ИОХ АН СССР, где я работал.





Исход науки из России:

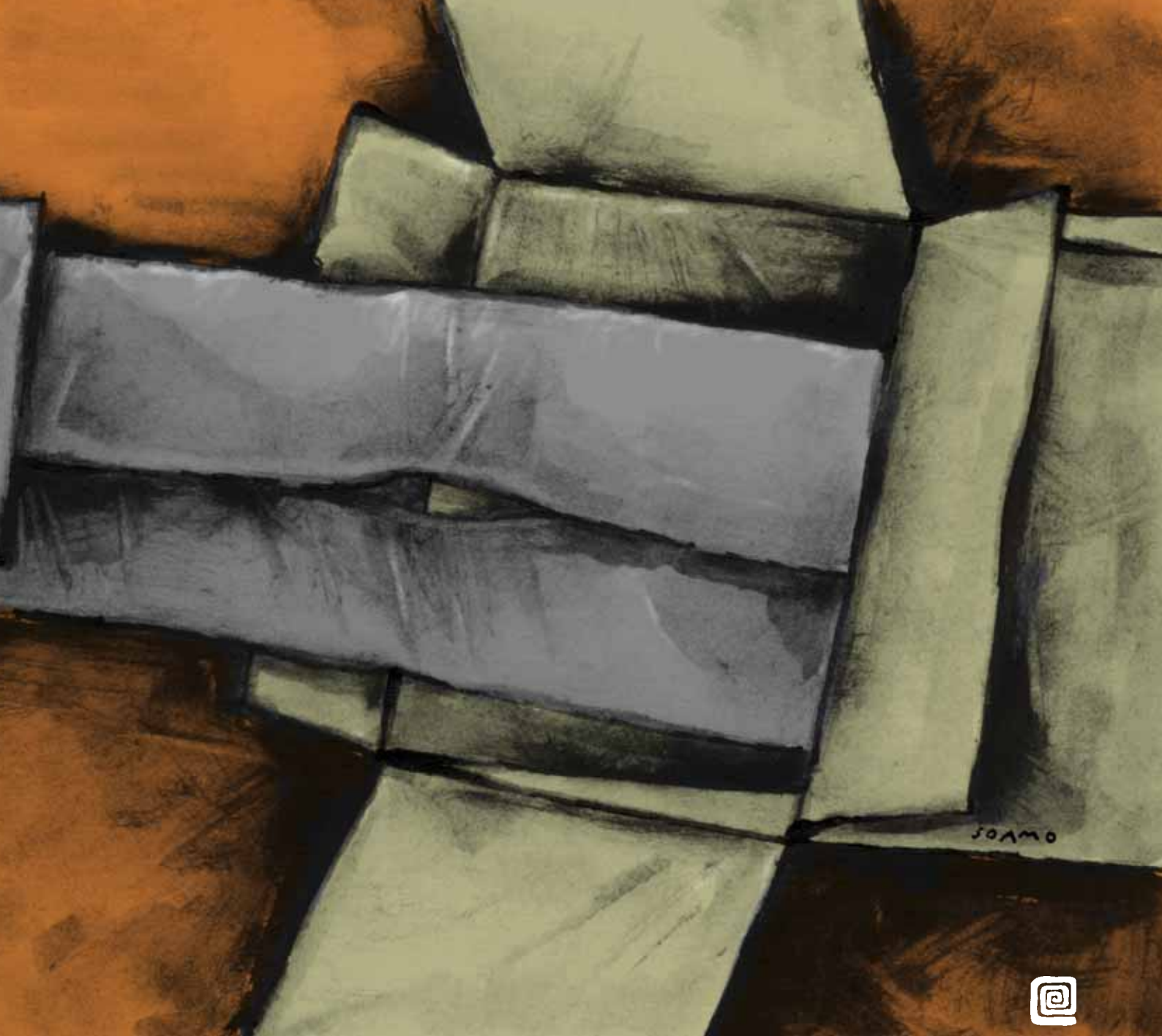
есть ли свет в конце туннеля?

Доктор химических наук
М.Г.Гольдфельд

Доктор химических наук, профессор Михаил Гольдфельд, выпускник химфака МГУ 1964 года, около 30 лет проработал в Институте химической физики Академии наук, специалист в области биофизической химии, применений электронного парамагнитного резонанса. Участник многих образовательных проектов и инициатив: Менделеевской химической олимпиады, Высшего химического колледжа Академии наук, летних школ юного химика и др. С 1992 года в США, в настоящее время работает в Калифорнийском университете (город Ирвин).

Массовый исход ученых из постсоветской России, в просторечье «утечка мозгов», — грустная тема. Я бы не взялся за этот очерк, если б видел в научной эмиграции одно только бедствие для страны и ее науки. В этом явлении есть определенно позитивные стороны, и думаю, что оно послужит одной из предпосылок возрождения российской науки на новом витке истории.

Нынешняя эмиграция — не первая волна массового исхода на Запад российской интеллектуальной элиты. Но имеется кардинальное различие между ситуацией в России и в мире после большевистского переворота 1917 года и в наши дни. То были действительно безвозвратные потери — Россия навсегда утратила, а Запад приобрел и неплохо использовал талант и интеллект людей, вынужденных покинуть родину. Опустившийся над страной на три поколения «железный занавес» изолировал российскую науку от мирового научного сообщества, у эмигрантов не было решительно никакой воз-



РАЗМЫШЛЕНИЯ

возможности даже для контактов на семейном уровне (напомню тем, у кого короткая память, что наличие родственников за границей старались скрыть примерно так же, как и безвинно репрессированных).

Сегодня, в результате, с одной стороны, кардинальных реформ 1990-х годов, а с другой, благодаря техническому прогрессу, мы живем в глобальном мире, и как бы тревожно ни выглядела политическая ситуация на данный момент, трудно себе представить, скажем, чтобы вдруг прекратился свободный международный обмен информацией и людьми, чтобы Россия вновь изолировала себя и противопоставила мировому сообществу. Между тем нынешние эмигранты могли бы сыграть важную положительную роль в модернизации российской науки. Скажу сразу, что вижу этому подтверждение и в динамике научной эмиграции, и в собственных впечатлениях.

В Америку, в штат Миннесота, я приехал в 1992 году, по временному рабочему контракту, отнюдь не предполагая ос-

таться здесь навсегда. Одновременно с основной работой (преподавание и руководство студенческими исследованиями) я поставил своей целью пролоббировать программу американских стажировок студентов Высшего химического колледжа Академии наук, в создании которого я принимал участие в 1990—1993 годах. Судьбе, однако, угодно было распорядиться иначе, и теперь все мое многочисленное семейство (трое взрослых детей, трое внуков) разбросано по Америке. За 16 лет в США мне довелось работать в самых разнообразных научных и образовательных организациях: четыре года преподавал всевозможные химические курсы в школе-интернате для одаренных подростков (некто вроде Колмогоровской школы при МГУ — таких школ в США 17), был на временной ставке приглашенного профессора в маленьком среднезападном университетском кампусе, преподавал и в более крупных, исследовательских университетах, и даже — по совместительству — в двухлетнем коммунальном коллед-

же (эти учебные заведения соответствуют двум первым курсам университета и дают право на поступление в регулярное высшее учебное заведение на третий курс). Курсы, которые мне пришлось читать, охватывали практически все аспекты химии и все уровни сложности: вводные классы по 300–400 человек, физическая химия, спецкурс неорганической и био-неорганической химии для старших студентов, аспирантский класс неорганической спектроскопии — всего 8 студентов. Помимо этого я провел около трех лет в качестве научного сотрудника в одной из федеральных исследовательских лабораторий (Jet Propulsion Lab — NASA — Caltech) и, наконец, некоторое время работал старшим исследователем в маленькой частной компании. И теперь, перешагнув пенсионный рубеж и изжив амбиции, прилихивающие более молодому возрасту, продолжаю понемногу преподавание и сотрудничество с фирмами в качестве консультанта.

Таким образом, я на собственном опыте изучил многие аспекты жизни иностранного специалиста в США. Встречался со многими людьми, чаще всего доброжелательными, но изредка и не чуждыми ксенофобии, — крупными учеными и мелкими администраторами, студентами и аспирантами, американцами и иностранцами. Встретил здесь и своих российских коллег, с некоторыми из них сотрудничал, способствовал их трудоустройству и натурализации, помогал находить места в аспирантуре американских университетов студентам Высшего химического колледжа и некоторых других российских институтов. Приходилось, особенно в первые годы, попадать в неловкие положения, преодолевать языковой барьер. Если вы прибыли в страну в зрелом возрасте, вам никогда не избавиться от акцента, и я в одном из недавних студенческих отзывов на мой класс (анонимные отзывы студенты пишут в конце каждого семестра) встретил такое: «Терпеть не могу его противный немецкий (!) акцент».

Все это я говорю здесь, чтобы пояснить: с проблемами эмиграции и эмигрантов знаком не понаслышке, и это придает мне смелости поделиться здесь с читателем результатами моих «ума холодных наблюдений и сердца горестных замет».

Немного истории

В нормальном мире, не изуродованном тоталитарными мифами, работа людей науки за пределами страны, в которой они родились и получили образование, всегда была обычным явлением. Русские ученые XIX — начала XX века, как правило, подолгу (чаще всего — годами) стажировались в европейских научных центрах, сотрудничали с иностранными фирмами, публиковали свои труды и патентовали изобретения за рубежом. Возникавшие при этом научные связи и личные контакты играли важную, иногда спасительную роль в их биографиях.

Напомню несколько общеизвестных фактов. Д.И.Менделеев провел 1859–1861 годы в Гейдельберге, лето 1864 года — в других заграничных поездках. В.И.Ипатьев именно в мюнхенской лаборатории будущего нобелевского лауреата Адольфа Байера завершил (1897) начатые еще в Петербурге исследования изопрена. Германские связи не пропали даром. В начале 1927 года Ипатьев получил предложение провести совместные исследования от Общества баварских азотных заводов и других немецких фирм (см. «Химию и жизнь», 1992, № 10–12). 6 июня 1929 года Президиум ВСНХ признал, что Ипатьеву удалось сделать в этой командировке важные открытия. Всего через год Ипатьев, узнав из достоверных источников, что готовится его арест, добился новой заграничной командировки и на этот раз уехал навсегда. Организованная им лаборатория в Северо-Западном университете США стала колыбелью американской нефтехимии и теперь носит его имя. Почти вся профессиональная деятельность нобелевского лауреата И.И.Мечникова, до и после получения им доктората Петербургского университета, проходила за рубежом: сначала в Германии,

Италии, а затем многие годы во Франции, в Пастеровском институте.

Некоторые из тех, кого привычно считают гордостью российской науки, только на Западе и могли состояться как ученые. Софья Ковалевская не получила бы никакой академической позиции на родине (женщин в то время в профессуру не допускали, Впрочем, не только в России) и фактически всю свою научную карьеру сделала в Австрии, Германии и Швеции. С весны 1869 года Ковалевская пробыла за границей непрерывно пять лет — в Вене, затем в Берлине и Гейдельберге. Она получила докторскую степень в Гёттингене, а с 1883 года до своей кончины в 1891 году читала лекции в Стокгольме, где также редактировала математический журнал. Кстати говоря, Ковалевская, публикуя почти все свои математические труды в западных журналах, оставалась глубоко русской по духу: вся ее, весьма значительная, беллетристика — а она была, несомненно, и одаренным литератором — написана по-русски и на русские темы. Вообще, как правило, работая за рубежом, российские ученые не порывали связей с родиной.

Заметим, что положение ученого (чаще всего — университетского профессора: наука не была отделена от системы высшего образования) было в России, по меньшей мере, столь же уважаемым, как и на Западе. Образованные люди принадлежали к среднему классу по уровню своих доходов и комфорта, который они могли обеспечить своим семьям. Только после установления тоталитарного режима российская наука изолировала себя от мирового научного сообщества, а очень ограниченные международные научные контакты были поручены специально уполномоченным лицам.

Сколько уткло мозгов?

То, что происходит с российскими научными кадрами в последние 15–20 лет, конечно, имеет мало общего с нормальным обменом профессионалов. Это массовый исход практически лишь в одном направлении — из России на Запад, Впрочем, в последнее время также и на восток — в Японию, на юг — в Австралию и т. д. Волна постсоветской российской научной и культурной эмиграции намного превысила по своим масштабам предыдущую волну — после революции и Гражданской войны. Блез Паскаль некогда сказал, что «достаточно уехать 300 интеллектуалов, и Франция превратится в страну идиотов». Конечно, мы можем утешаться тем, что интеллектуальные ресурсы современной России больше, чем у Франции в XVII веке, но все же...

Один из недавних российских эмигрантов на вопрос о том, как россиянам следует оценивать результаты исторически сложившихся волн массового «перелива» в США русских творческих кадров, ответил не без горечи: «Я — американский гражданин. Сегодня Америка получает гуманитарную помощь от России, которая не сравнима ни с чем. Я не оговорился: именно Америка получает ее с притоком русской эмиграции, влияние которой на американскую науку, технику и культуру чрезвычайно велико. В ней десятки тысяч представителей российской интеллигенции — ученых, врачей, инженеров... Америке они пригодятся, а Россия их потеряла. Безвозвратно».

Нам предстоит разобраться, действительно ли эта потеря безвозвратна, да и потеря ли это при существующих обстоятельствах.

Количественные оценки научной эмиграции варьируют в широких пределах, и надежной статистики, по-видимому, нет. Согласно официальным данным, из России на постоянное место жительства, в основном в наиболее развитые страны мира, с 1990 по 2004 год выехали более 25 тысяч научных работников, а еще около 40 тысяч практически постоянно работают за границей по контрактам и лишь формально числятся в штате российских институтов. По данным паспортно-визовой службы МВД России, в 1990-е годы из страны ежегодно эмигрировали 5–6 тысяч научных работников. По неофици-

альным оценкам, их число в два-три раза больше. Полагают, что Россию покинули за это время 60% всех математиков, половина физиков и биологов. Только в 2002 году и только в рамках официальных программ международного сотрудничества 2900 российских ученых из примерно 300 организаций, или около 0,7% от общего числа всех исследователей России, выехали для работы за рубеж.

Учитывая выходящее за пределы здравого смысла многолюдство советских научных учреждений, это как будто немного, к тому же кое-кто вернулся обратно. Однако уезжают наиболее активные, работоспособные специалисты, с которыми готовы сотрудничать на Западе. Среди ученых РАН, выехавших за рубеж в последние годы, около половины были младше 40 лет, то есть находились в расцвете творческих возможностей. Математики, специалисты в области компьютерной технологии, генетики, молекулярной биологии обычно раньше других находят себе место на Западе. Один из трех выезжающих за рубеж — физик, один из четырех — биолог и один из десяти — математик. Менее востребованы химики, хотя и они сравнительно легко устраиваются за рубежом. Утечка мозгов особенно усилилась в конце 1990-х, когда специалисты стали покидать Россию целыми группами и иногда даже воссоздавали свои научные коллективы на новой почве. Среди оставшихся более двух третей всех докторов и кандидатов наук уже достигли пенсионного возраста.

В основном люди едут в Западную Европу (42%) и Северную Америку (30%). Однако растет поток и в страны Азии. На долю США приходится 29%, затем следует Германия (19%), Франция (6%), Англия (5%), Япония (4%), Швеция (3%). Российские ученые осваивают и более экзотические направления, так что их теперь можно найти в странах Латинской Америки, на Антигуа и Барбадосе, в Лиссабоне и Сингапуре, в Южной Африке и Бенине и т.д.

Не только сложившиеся ученые, но и студенты, и в особенности аспиранты прокладывают себе дорогу на Запад. В некоторых очень благополучных странах, например в сопредельной Финляндии, высшее образование бесплатное, в том числе и для иностранцев, и приток русских студентов ограничен только тем, что обучение на английском языке в этой стране осуществляется лишь по немногим специальностям. «Новые русские», равно как и чиновная знать, отправляют своих детей для учебы на Запад. Этот контингент имеет слабое отношение к науке — учатся больше бизнесу, финансам и т. д., но и это полезно для будущего России: по крайней мере, наследники нынешней правящей элиты приобретут полезные деловые навыки.

Если в середине 90-х годов в университетах 33 стран (в основном США, Германии, Франции и Англии) обучались около 13 тысяч выходцев из России, то в 2002 году — как минимум вдвое больше. Около половины из них заявили в опросе, что решили остаться за границей, еще 20% хотели бы продолжить учебу после получения диплома и только 18% твердо собирались вернуться.

Как воспринимается научная иммиграция в США?

Власти в развитых странах всегда принимали меры для привлечения из-за границы людей, пригодных к полноценной работе на благо науки и технологического развития страны. Случалось, ради этого и отступали от своей обычной практики и правил. Достаточно вспомнить спасенного американцами от суда нацистского преступника (концлагерем ведь командовал!) фон Брауна, который впоследствии возглавил проект «Аполлон». Да и сталинские сатрапы иной раз давали обратный ход репрессивной машине, когда припекало. Так нашли и вытащили из лагеря умирающего Н.В.Тимофеева-Ресовского — не было другого такого специалиста по радиационной биологии, а бомбу надо было испытывать.

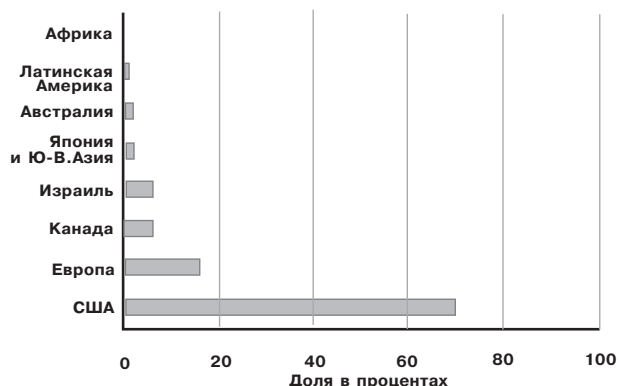


РАЗМЫШЛЕНИЯ

В США регулярно публикуются официальные статистические данные и социологические исследования, посвященные этой теме. Например, учитывается доля специалистов, родившихся за рубежом, отдельно — получивших докторскую степень за рубежом, среди наиболее цитируемых авторов статей, авторов наиболее важных патентов, членов Национальной академии наук и т. д. Авторы официальных отчетов, например для Конгресса, охотно отмечают, что половина всех американских нобелевских лауреатов родились за пределами США и каждый десятый среди них родом из России. Согласно отчету Иммиграционного агентства США, иностранцы все более вытесняют американцев в аспирантуре и на постдокторских позициях по точным и естественным наукам и информационной технологии. Проблема конкуренции за рабочие места беспокоит, в частности, Американское химическое общество. Однако правительственные структуры ясно понимают, что экономика и наука США нуждаются в притоке талантливых профессионалов из-за рубежа, и в обозримом будущем не предполагаются ограничивать этот приток. В академических же кругах считают, что проблема не в избыточном притоке иностранных студентов, аспирантов и постдоков, а совсем в другом: молодые американцы по рождению не стремятся в науку, а предпочитают менее трудозатратные и/или более высокооплачиваемые занятия, такие, как бизнес, управление, юриспруденция, медицина. Эти сферы деятельности менее доступны для иностранцев по финансовым и юридическим причинам. Относительно слабый интерес американской молодежи к науке коренится и в недостатках школьной системы, и в некоторых общих свойствах постиндустриального общества потребления, обсуждение которых выходит за рамки предмета данного очерка.

После 11 сентября 2001 года ужесточился порядок выдачи студенческих виз, и это сразу же вызвало острую реакцию университетской администрации. (После этого, чтобы исправить положение, средний срок оформления виз сократили с 70 до 22 дней.) В частности, такая влиятельная организация, как Совет по делам аспирантуры (Council of Graduate Schools), выразила озабоченность снижением числа иностранных аспирантов. В докладе Совета отмечено усиление конкуренции с другими странами за иностранные таланты. И в самом деле, Австралия, Канада, Германия объявили государственные программы привлечения высококвалифицированных специалистов. Иностранцев ученых заманивают к себе — и небезуспешно — Сингапур, Малайзия и Китай. В 2001 году Япония разрешила въезд 222 тысячам специалистов. В последнее время повысился интерес к российским ученым в Парагвае, Венесуэле, Бразилии, Южной Корее, где даже разработаны специальные государственные программы их ассимиляции. В качестве примера на рис. 1 представлено распределение по странам выпускников московского Физтеха: подавляющее большинство уехало, разумеется, в США, где рынок труда в науке и инновационных технологиях наиболее емкий.

В последнее время быстро развиваются системы высшего образования в таких динамически растущих странах, как Китай и Индия. Здесь для молодежи, стремящейся в науку, появляется альтернатива обучению на Западе — полноценное образование в собственной стране, и западные аналитики



1
Распределение по странам выпускников московского Физтеха
(Ееьев С.В. Зарубежный ресурс российской науки.
<http://www.researcher-at.ru/index.php?option=content&task=view&id=257&Itemid=101>)

считают, что это потребует адекватных мер, способствующих рекрутированию студентов и аспирантов.

По данным Национального фонда научных исследований США, в 2004 году иностранцы получили 32,1% всех докторских степеней по естественным и точным наукам и 61,3% — по инженерным дисциплинам. С 1999 по 2004 год отмечена отчетливая тенденция к возрастанию доли остепененных в США иностранцев: на 4–5% только с 2003 по 2004-й. Более половины (56%) иностранцев, получивших американский докторат, находят работу в США, по большей части в индустриальном секторе, но также и в академии. В конечном счете почти все получают американское гражданство (на это уходит 10 лет), но и в эти 10 лет жизнь с грин-картой (постоянным видом на жительство) не связана с какими-либо серьезными ограничениями. Даже в лабораториях, подчиненных Национальному агентству по космическим исследованиям (NASA), принимают на работу держателей грин-карты, и только для некоторых учреждений, работники которых считаются федеральными служащими, требуется гражданство. Сегодня в американских университетах и колледжах родившиеся за рубежом специалисты с докторской степенью составляют около трети профессуры по информационной технологии, 26% в инженерных дисциплинах, 22% в естественных и точных науках. На постдокторском уровне они занимают более половины позиций по инженерным дисциплинам, 42% по естественным и точным наукам. 40% американского населения, родившегося за рубежом, имеют степень магистра или доктора наук — во много раз больше, чем в среднем по стране. Статистика утверждает, что половина всех европейцев, получивших дипломы в США, там же остаются работать, многие — навсегда.

Некоторые направления технического прогресса почти монополизированы представителями определенных стран. Выходцы из Индии, например, составляют 36% сотрудников фирмы «Майкрософт», в Космическом агентстве их 32%, в фирме «Интел» — 12%. Среди индийских специалистов бытует убеждение, что программирование — чуть ли не их национальная привилегия. По состоянию на 2003 год за границей родились 25% всех работников с высшим образованием в США и 40% лиц с докторской степенью. При этом среди всех докторов наук родившиеся за границей составили большинство по информационной технологии (57%), электронике (57%), механике (52%). Как следует из диаграммы на рис. 1, на долю россиян приходится 5–6% лиц с наиболее высокой ученой степенью по точным, естественным и инженерным дисциплинам. Выходцы из России далеко уступают по численности в этой категории китайцам и индийцам (что и неудивительно, с учетом численности населения) и близки к другим европейским странам (рис. 2).

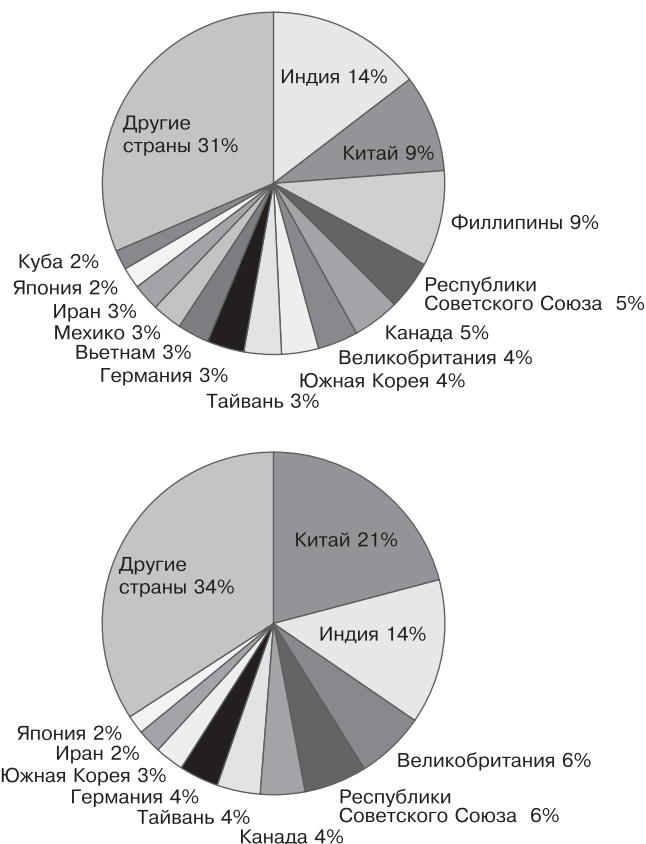
Хотя общий поток направлен из России на Запад, многие из тех, кто уехал по краткосрочной постдокторской програм-

ме, возвращаются в Россию. По некоторым оценкам, с учетом ротации (кто-то уезжает, кто-то приезжает обратно) одновременно на Западе находятся примерно 30 тысяч исследователей. Эту цифру можно сопоставить с числом исследователей в России, работающих по грантам Российского фонда фундаментальных исследований, — примерно 100 тысяч. Таким образом, 30:100 — примерное соотношение средней численности диаспоры к числу активно работающих специалистов в области фундаментальных наук. Примерно такое же соотношение дает академик В.Гинзбург для своих коллег по отделению общей физики и астрономии: из 121 члена РАН, состоящего в этом отделении, около 20 имеют постоянную работу за границей. Можно думать, что это примерная доля профессионалов, сохранивших способность к личному творчеству в науке, а не только к выполнению «руководящих функций».

Нужно отметить, что, хотя материальное положение ученых, выезжающих за рубеж в зрелом возрасте, на пике исследовательской активности, улучшается, переезд нередко приводит к снижению научной продуктивности. Сопоставление индексов цитирования российских ученых в определенных областях физики и биологии показало, что те, кто остались в России, цитировались чаще, чем их коллеги-эмигранты.

Между прочим, примерно 20 тысяч американских исследователей с докторской степенью постоянно работают за пределами США. Так что существует не только российская или китайская научная диаспора, но и американская, сопоставимые по порядку величин. Представители американской диаспоры занимают, как правило, весьма престижные профессорские места по всему миру, работают в качестве высокооплачиваемых консультантов.

Совершенно иначе выглядит распределение в научной иерархии российских специалистов за рубежом. Выходцев



2
Иностранцы по рождению среди американцев, имеющих высшую ученую степень (вверху) и докторат по точным, естественным и инженерным дисциплинам (NSF REPPORT 2006. Migration to the United States, <http://www.nsf.gov/statistics/seind06/c3/c3s4.htm>)

из Союза, прибывших за рубеж с советскими кандидатскими и докторскими степенями, отнюдь не ожидали красный ковер и почетный караул. Чаще всего им приходилось по нескольку лет работать в качестве постдоков в университетах — войти в состав научной группы, возглавляемой регулярным профессором, или стать сотрудником в исследовательской группе какой-либо компании под руководством специалиста, научная квалификация которого может быть и менее высокой, чем у приезжего. Попадая за рубеж зрелыми исследователями, многие из них не поднимаются дальше временной постдокторской позиции. Им часто приходится менять место работы и место жительства. Наличие российского профессорского звания помогает при оформлении грин-карты, но ни в коей мере не способствует трудоустройству, скорее даже затрудняет его. Один из моих знакомых, член-корреспондент РАН, имя которого можно найти чуть ли не в каждом учебнике физической, а то и общей химии, удовлетворяется позицией исследователя в лаборатории американского профессора, который едва ли не всю свою научную деятельность посвящает изучению процессов, первоначально описанных этим его российским коллегой. Другой — физик-теоретик харьковской школы, доктор наук и в прошлом председатель ученого совета весьма заметного советского института, вполне работоспособного возраста, сумевший заинтересовать своими новаторскими идеями военное ведомство и получить гранты под эти идеи, — занимается в Калифорнийском университете подчиненное положение при профессоре математики — тоже из России, но получившем степень уже в США.

Россия не входит даже в первую десятку стран, поставляющих штатных профессоров для американских университетов. Совершенное владение языком и ранняя интеграция в научно-техническую сферу США — необходимые условия для успешной профессорской карьеры. А для этого надо если не родиться в США или Англии, то хотя бы учиться там продолжительное время, и притом в молодые годы. Вот почему среди развивающихся стран по числу преподавателей в американских университетах лидирует англоязычная Индия.

Не располагая достоверной статистикой о численности выходцев из России в рядах университетской профессуры — самого привилегированного слоя научного истеблишмента, могу только поделиться собственными наблюдениями. В Ирвине, в кампусе Калифорнийского университета, где я работаю, русские профессора и исследователи менее высокого служебного ранга весьма заметны. Я лично знаком здесь с российскими математиками, химиками, биохимиками, физиками, биофизиками, сотрудниками медицинского колледжа, не говоря о многочисленных аспирантах из бывшего Союза. Такая же картина и в других известных мне местах, например в Корнелле, Политехническом университете штата Айова, в Брэндайсе (Бостон), Пенсильванском университете. Как только бывший российский ученый становится профессором или занимает самостоятельное положение в индустриальном секторе, он довольно быстро «обрастает» русскими сотрудниками, постдоками, аспирантами. Скажем, в университете Дрексел (Филадельфия) имеется основанный А.Я.Фридманом (выпускником Физтеха, в прошлом сотрудником Курчатовского института и профессором Высшего химического колледжа РАН) Институт плазмы. Среди ближайших сотрудников и аспирантов Фридмана, понятное дело, преобладают выпускники Физтеха. В университете Миннесоты на кафедре теоретической физики не менее пяти постоянных профессоров из России, и с 1994 года рабочим языком стал русский.

Надо сказать, что и американские профессора (не российского происхождения), однажды встретившись с выпускниками ведущих российских вузов, с энтузиазмом продолжают рекрутировать русских молодых специалистов. Как вспоминает выпускница химфака МГУ 1989 года, выполнявшая аспирантскую работу в 1995–2000 годы в группе профессора Виттига (университет Южной Калифорнии), ее руководитель



РАЗМЫШЛЕНИЯ

посетил Физтех во время своего визита в Россию в начале 90-х, и студенты произвели на него столь сильное впечатление, что он стал приглашать в аспирантуру физтеховцев — даже в обход формальных экзаменационных требований по английскому языку. «При чем тут английский! Они два дня под лазером пролежат, и он у них работает, а так мне придется из Японии везти обслуживающий персонал». Одно время в его группе было восемь физтеховских постдоков и аспирантов и одна эта девушка с химфака, и, кажется, никаких других сотрудников. Самые последние публикации группы Виттига также выполнены при участии русских сотрудников.

Администрации университетов вполне сознательно создают благоприятные условия для привлечения в первую очередь тех ученых иностранного происхождения, кто находится в начале своего творческого пути, но уже успел показать себя. Университеты не останавливаются перед значительными затратами для поддержки их научных программ на старте, имея в виду, что в дальнейшем они смогут получить гораздо более весомые гранты от различных внешних агентств и в результате с лихвой окупят первоначальные инвестиции. Собственно, эти гранты и составляют основу финансового благополучия исследовательских университетов. Точно так же университеты охотно берут на себя расходы, связанные с обучением иностранных аспирантов по точным и естественным наукам, независимо от их визового статуса, поскольку заполнить вакансии американцами невозможно, а рабочая сила необходима для реализации исследовательских программ.

Россия в количественном отношении занимает скромное место в ряду стран, поставляющих студентов и аспирантов в американские университеты. Лидируют здесь опять-таки Индия (13,5% по всем специальностям в 2006 году) и Китай (11,1%), за ними следуют Япония (6,9%), Канада (5,9%), Тайвань, Мексика, Турция, Германия, тогда как российские студенты составляют менее 1% и в большинстве американских отчетов российский вклад отдельной строкой не рассматривается. Популярная одно время шутка: «Американский университет — это место, где русские профессора учат китайских студентов за счет американских налогоплательщиков» — сильно преувеличивает российский вклад, хотя среди студентов, аспирантов и постдоков химических, биологических специальностей выходцы из стран Азии действительно очень заметны. Когда стоишь в конце рабочего дня у дверей, например, Медицинского колледжа имени Эйнштейна (формально это факультет Еврейского университета в Нью-Йорке), то вываливающаяся из здания толпа выглядит так, словно вы попали в Гонконг.

В последние годы все больше выходцев из Китая, Японии, Кореи, Тайваня начинают занимать и престижные профессорские позиции в США. Динамика численности иностранных студентов в США с 1954 по 2006 год представлена на рис. 3.

Так обстоит дело с американской стороны. Хотя порядки, условия и традиции в европейских странах или, например, в Австралии заметно отличаются от таковых в США и Канаде, а правительственные структуры в этих странах гораздо сильнее вовлечены в администрирование и финансирование науки и образования. Российские ученые, особенно молодые, и здесь находят должности в соответствии со своей

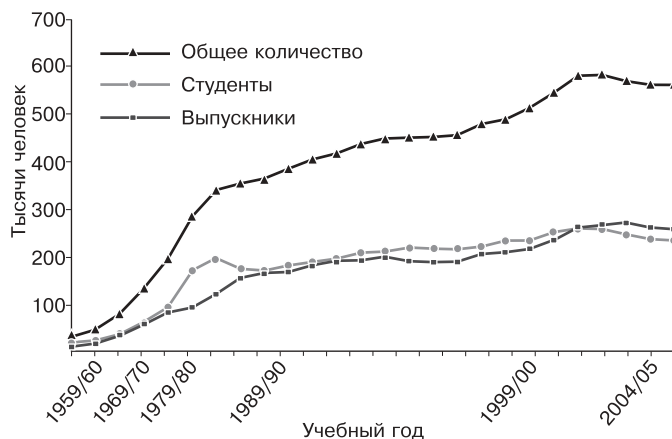


РАЗМЫШЛЕНИЯ

квалификацией, позволяющие им успешно работать и жить на достойном уровне.

Научная эмиграция в Израиль — отдельная тема, которая здесь обсуждаться не будет, но все же процитирую журнал «Science» за 1999 год: «Более 13 000 ученых из бывшего Советского Союза прибыли в Израиль за 10 лет с 1989 года. Университет Бар-Илан, ранее известный больше трудами по иудаике, принял около 100 из них и предоставил в их распоряжение вновь отстроенный корпус естественных наук. По словам министра абсорбции Израиля, «мы получаем профессоров, на подготовку каждого из которых пришлось бы затратить миллион долларов, если бы они проходили обучение в Израиле, по цене авиационного билета». В 1970-х годах основной экспортный товар Израиля составляли апельсины. С помощью прибывших из Советского Союза ученых и инженеров израильские фирмы, работающие в информационной технологии, удвоили экспорт высокотехнологических товаров с 4,5 миллиардов долларов в 1990 году до 9 миллиардов в 1998-м». Инженеров и ученых на 10 000 душ населения в Израиле после иммиграционной волны 1980—1990-х стало в полтора раза больше, чем в США (145 человек против 85). Математика, физика, геология, электроника получили мощный импульс к развитию. В Израиле, можно сказать, произошла технологическая революция.

В иммиграционном законодательстве развитых стран предусмотрены специальные привилегии для ученых. Например, в США действуют несколько программ, обеспечивающих ускоренное получение вида на жительство для «особо выдающихся специалистов» по двум категориям: Alien of Extraordinary Ability и Alien of Exceptional Ability. Чтобы доказать свою принадлежность к одной из этих категорий, вам приходится собирать пакет документов и составлять заявление, которое должно убедить чиновников иммиграционной службы в том, что вы действительно принесете пользу научному прогрессу в США. С этого момента вы оказываетесь втянутыми в сферу юридического крючкотворства. В большинстве случаев люди обращаются к услугам адвокатов. Эти услуги недешевы, но если у вас есть работа по специальности, то они вам по карману. Все препятствия бюрократического свойства в конечном счете преодолимы, и на всякое бюрократическое требование можно найти убедительный ответ. Времени это может, однако, занять много — полгода, а то и год с лишним. В отличие от собственно поисков работы, ваши позиции в борьбе с иммиграционной бюрократией заметно усиливаются при наличии докторской степени, профессорского звания, хотя бы небольшого числа цитирований в англоязычной литературе. В этом случае, как я убедился на собственном опыте, вы смело можете подавать просьбу о получении грин-карты даже без формальной поддержки от работодателя, по категории профессионалов исключительно высокой квалификации. Понадобятся лишь несколько рекомендательных писем от коллег — случилось и мне писать такие письма. Однако большинство специалистов, особенно молодых, получает вид на жительство при поддержке работодателя, и этот путь, хоть и длительный, тоже всегда завершается успехом, — по крайней мере, я никогда не слышал ни об одной неудаче в этом деле.



3

Динамика численности иностранных студентов и аспирантов в США с 1954 по 2006 год (Batalova J. The «Brain Gain» Race Begins with Foreign Students. <http://www.migrationinformation.org/Feature/display.cfm?ID=571>)

Любопытно, что нет корреляции между возможностями профессионального трудоустройства и легальной иммиграции в США, особенно когда речь идет о специалистах зрелого возраста, обремененных степенями и званиями. На первый взгляд иммиграционные правила США порой даже противоречат их собственным экономическим интересам. Например, в отличие от иммиграционных правил Канады, Америка не придерживается возрастного ценза при рассмотрении заявления по приоритетным профессиональным категориям. Более того, специалист зрелого возраста (45 и старше) имеет больше шансов убедить службы иммиграции США вынести положительное решение о предоставлении грин-карты по категории «выдающихся специалистов»: чем старше, тем больше он успел сделать в своей области и тем легче ему предоставить объемный пакет документов, который подтверждает заслуги. В ход идут российские авторские свидетельства на изобретения, авторефераты диссертаций, защищенных под руководством данного специалиста, копии статей самого претендента на натурализацию и статей, в которых имеются ссылки на его работы (только на английском языке), даже рефераты его статей в «Chemical Abstracts». Службы иммиграции США требуют, чтобы специалист был заслуженным уже сейчас, статус «перспективного ученого» не является основанием для получения грин-карты. Поэтому молодым специалистам требуется спонсор-работодатель.

Для полноты картины приведу и данные о доходах научных работников. Что касается химиков в США (2006), свежеспеченный бакалавр получает в среднем 49 тысяч долларов в год, начинающий работник с магистерской степенью — 56 тысяч, с докторатом — 71 тысячу. Более высокие заработки в промышленности, поменьше — в академии. Средняя зарплата химика, включая профессионалов с опытом работы, — 96 тыс. долларов в год.

Окончание следует.

Что еще можно прочитать об «утечке мозгов»:

Аллахвердян А. Г., Юревич А. В. Миграция научных кадров: мифы и реальность. Публикация ИЕЕТ, Янус-К, 1997. ч.1, с.117–121. <http://russcience.euro.ru/papers/yur97i.htm>

Арутюнов В.С., Стрекова Л. С. Социологические основы научной деятельности. М.: Наука, 2003.

Прусс И. Как повернуть вспять поток интеллектуальной эмиграции. Наше время. 27/1/2007. <http://www.rustrana.ru/article.php?nid=30943>.

ФОТОННО-КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

АНАЛИЗАТОР РАЗМЕРА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ И БЕЛКОВ **N5**

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИБОРА:

- определение размера субмикронных частиц;
- распределение частиц по размерам.

ДИАПАЗОН ИЗМЕРЕНИЯ:

- 3 нм - 3 мкм;
- молекулярные массы от 10^4 до 10^{13} дальтон.

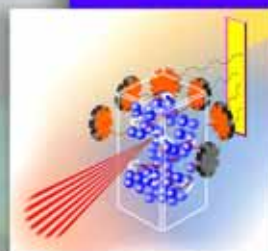
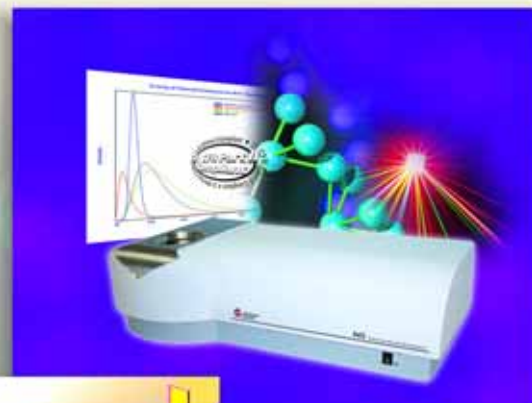
ЛАЗЕР:

гелиево-неоновый, 25 мВт, 632,8 нм.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:

латексы, липосомы, микроэмульсии, пигменты, полимерные дисперсии, белки, мицеллы и другие коллоидные системы.

Представительство компании Beckman Coulter Int.S.A. в России
123056, Москва, ул. Юлиуса Фучика, д.6, стр.2, этаж 6
тел. (495) 937 -16-64, 937 -16-63, факс (495) 254 -64- 07
E-mail: beckman.ru@beckmancoulter.com



ЛАЗЕРНАЯ ДИФРАКЦИЯ

АНАЛИЗАТОРЫ ДИСПЕРСИИ И РАЗМЕРА ЧАСТИЦ СЕРИИ **LS**

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИБОРА:

- распределение частиц по размерам с высоким разрешением и воспроизводимостью;
- анализ образцов в водных и органических средах или в сухом виде.

РАЗМЕРЫ ЧАСТИЦ:

- **LS 100Q** 0,40-1000 мкм;
- **LS 200** 0,40-2000 мкм;
- **LS 230** 0,04-2000 мкм;
- **LS 13320** 0,04-2000 мкм.

ЛАЗЕР:

- твердотельный, 750 нм;
- автоматическая калибровка и юстировка.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:

эмульсии, порошки металлов, пигменты, абразивные порошки, сажи, цементы, порошки для огнетушения, стоматологические материалы, дрожжи, белки и т.п.



LS 13320



Помогите стать ХИМИКОМ

Л.Стрельникова

Гуманитаризация школьного образования, объявленная лет 15–20 назад в России, сделала свое дело (так и хочется сказать «черное») — наплодили мы изрядно юристов, бухгалтеров, экономистов и менеджеров. Только ведь все это — сфера, обслуживающая производство. Кто же на этих самых производствах, современных, высокотехнологичных, обеспечивающих экономическое процветание и безопасность страны, будет работать? А работать-то некому. Все больше вакансий для инженеров, технологов, исследователей, и все труднее их заполнять. Фирмы безуспешно пытаются найти квалифицированных

специалистов. Не хотят дети учиться на химиков и физиков.

На самом деле все начинается еще в школе. Именно здесь появляется или не появляется интерес к предмету, который может стать будущей профессией. Вопросы детей: «А зачем мне учить эту вашу химию (физику, биологию, географию и далее по списку)? Зачем она мне нужна?» — часто ставят учителей в тупик. Уверенно чувствуют себя разве что преподаватели иностранных языков. Их ответ очевиден: «Чтобы объясниться с людьми, не говорящими по-русски». Во всех остальных случаях ответы не столь убедительны для детей, поскольку не столь утилитарны. «Чтобы мозги развивать», «Чтобы интеллект формировать», «Чтобы уверенно чувствовать себя в этом мире, где все вокруг сплошь химия, физика и биология» и прочие «чтобы», как правило, для детей пустой звук. Да и у учителей нет времени на ответы. Количество часов, отведенных на химию в школе, уменьшается с каждым годом. Учителя едва успевают в режиме «галопом по Европам» донести до детей школьную программу. На разговоры времени нет совсем. А жаль. Возможно, непонимание того, что химия сегодня стала (да и всегда была) материальной основой всей жизни и нашего нынешнего комфорта, отворачивает детей от этого предмета. Но так обстоят дела не только в России. У европейских, американских школьников и студентов тоже падает интерес к естественным наукам (см. об этом в статье М.Г.Гольдфельда).

Как-то на одной из лекций, которые я читаю студентам четвертого курса факультета журналистики, я спросила: «Зачем нам нужна нефть, вокруг которой столько шума?» Аудитория дружно ответила: «Чтобы бензин был и машины ездили». — «А еще зачем?» До керосина мы добрались с трудом. С еще большим скрипом дался мазут и топливо для тепловых электростанций. «А еще зачем?» И в аудитории повисла тишина. Тогда я пригласила самого смелого из студентов «на сцену», и этого молодого человека мы стали с его согласия виртуально раздевать. Из-



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

«Bayer MaterialScience», которая занимается производством пластиков. Эти пластики можно встретить повсюду: в компьютерной мыши, спортивном инвентаре, мобильных телефонах и CD. Почти все учащиеся слушают компакт-диски, но кто из них при этом задается вопросом, из какого материала они сделаны? Первый компакт-диск – альбом «The Visitors» группы ABBA – «Байер» выпустил в 1982 году. Он был сделан из высокотехнологичного пластика макролон, и с него началась эра цифровых носителей памяти. Наверняка подросткам было бы интересно посмотреть, как и из чего делают сегодня компакт-диски на живом производстве и на что способны высокотехнологичные пластики.

Так в Германии в 1996 году родилось движение школьных лабораторий. В них школьники могут получить дополнительный образовательный опыт, ко-

влекли из карманов пластмассовую ручку, флешку, кредитные карты, очки, плеер, мобильный телефон, блистер с таблетками. Потом очередь дошла до пиджака, рубашки... Причем на пиджаке мы рассматривали этикетку, где обозначен состав материала. Далее мы обследовали аудиторию, в которой проходила лекция: на чем сидим, что на стенах и т. д. И очень быстро студентам все стало ясно. Химические волокна, пластмассы и прочие материалы, из которых сегодня сделана наша комфортная среда обитания, лекарства, парфюм... Все это сделано из продуктов переработки нефти. Мы живем в мире, который строят химики, – это стало настоящим открытием для студентов четвертого курса.

Наука и технология развиваются и преобразуют нашу жизнь с небывалой в истории человечества скоростью. Химия играет здесь ключевую роль, поэтому нехватка квалифицированного персонала, хорошо образованных инженеров и исследователей, особенно болезненна для крупных мировых химических концернов. Но если гора не идет к Магомету, то Магомет идет к горе. Химические корпорации поняли, что они уже не могут полагаться только на систему образования, а должны сами, добровольно, рука об руку с учителями участвовать в этом процессе, реализуя тем самым свою социальную ответственность.

Правительство Германии вместе с университетами, исследовательскими центрами и промышленными компаниями основательно взялось за дело – за программу активного научно-тех-

нологического обучения в школах Германии. Промышленные компании на практике применяют достижения науки, создавая продукцию для каждого из нас, для повседневного спроса. Поэтому они играют роль мостика, соединяющего школьный курс химии (физики, биологии) с повседневной жизнью. Возьмем, к примеру, компанию





ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

который они не получают на обычном уроке в классе. Благодаря таким лабораториям обучение становится менее формальным, более привязанным к жизни. Сегодня в Германии существует более 200 школьных лабораторий, в которых проходят практическое обучение по химии, физике и биологии более 300 000 школьников в год. И они пользуются огромным успехом.

Лаборатории – это площадка для неформального, базирующегося на проектах обучения. Например, в биологических лабораториях школьники получают основы знаний по генной инженерии и биотехнологии. Эти отрасли науки и производства родились совсем недавно, и вряд ли школьный учитель хорошо осведомлен в этих вопросах. В химических лабораториях дети проводят эксперименты по разделению веществ, что может пригодиться им в жизни, решают «невыводимые» сложные задачки, которые подкидывает сама жизнь, и имеют возможность общаться с «настоящими» учеными.

Больше половины лабораторий (57%) работает при университетах, 18% – в научно-исследовательских институтах и только 2% – при промышленных предприятиях. В начале этого года «Bayer MaterialScience» открыла в Лёверкузене школьную лабораторию «Пластики – от и до» для школьников восьмого года обучения.

Идея проста: познакомить подростков с полным процессом изготовления какого-нибудь изделия из пластика, например – мотоциклетных очков UVEX из макролона, поликарбоната производства BMS. После окончания занятий в лаборатории школьники забирают домой тот продукт, который они сами разработали и произвели. Лаборатория BMS площадью 400 квадратных метров располагается в производственном цеху и открыта для групп школьников и их учителей три-четыре дня в неделю.

Обычный день в школьной лаборатории начинается в 9.15. Сначала – введение в тему, знакомство с основными правилами техники безопасности и поведения при несчастных случаях. Затем школьники делятся на четыре группы, которые работают с 9.45 и

до 12.00. Научно-исследовательская команда определяет свойства пластика – температуру плавления, прочность на разрыв, устойчивость к царапинам и стойкость к действию растворителей. Учащиеся этой группы одновременно знакомятся с различными производственными технологиями: литьем под давлением, термоформованием или методом распыления. Они учатся отыскивать в изделиях дефекты (включения воздуха), а также сравнивать результаты различных методов. Техническая команда изучает требования к технологическому режиму и материалу, такие, как температурный режим, сушка, подготовка и т. д. Она планирует эффективное производство и закупку необходимого материала. Дизайнерская команда занимается внешним видом продукта – решает, как его оформить, какой выбрать цвет, пленки какой прозрачности надо использовать.



Она изучает, реально ли исполнить их пожелания, а это требует взаимодействия с другими группами. Наконец, коммуникационная группа фотографирует работу команды и документирует рабочий день, например для школьной газеты. Эта команда отвечает также за презентацию результатов работы.

После обеденного перерыва школьники приступают к производству «своего» продукта, чем занимаются до 15.30. Затем ребята убирают свои рабочие места, обсуждают прошедший день и задают вопросы персоналу BMS. Программа заканчивается около 16.00, когда школьникам предлагают поделиться своими впечатлениями и ответить на вопросы.

Ребята не только знакомятся с настоящим производством и становятся его участниками, но и приобретают ценный опыт взаимодействия друг с другом, ведь это коллективная работа. Преподаватели и тренеры, сотрудни-

ки компании консультируют учеников в течение лабораторного дня.

Надо ли говорить, что школьники занимаются с удовольствием. Лаборатория действительно оставляет незабываемое впечатление у всех, кто побывал в ней хотя бы раз. После этого учащимся становится понятно, как личные способности и командная работа приводят к экономическому успеху. Большинство школьников соглашались с мнением, что один день в лаборатории BMS изменил их отношение к предмету.

Конечно, это еще не означает, что школьники уже увлеклись им. И все же можно быть уверенным, что теперь, после одного полного дня в лаборатории, они будут смотреть совершенно другими глазами на химию и технологию – предметы, которые, как правило, дети считают скучными и ненужными.

Чтобы закрепить эффект от посещения учебной лаборатории, необходи-

мо посвятить этой теме два школьных урока. Поэтому BMS планирует организовать курсы повышения квалификации для преподавателей.

Интересный опыт компании «Bayer MaterialScience» вполне могли бы использовать и российские химические концерны, у которых те же проблемы с кадрами и профориентацией. Такие лаборатории могли бы появиться в Дзержинске Нижегородской области, в Самаре, в Саратове, в Уфе, в Казани... Страна у нас большая, и промышленных центров много.

BMS готова делиться опытом и ищет потенциальных партнеров, для того чтобы когда-нибудь школьные лаборатории открыли свои двери и в других городах. Возможно, наши дети и не знают, что хотят стать химиками. Так давайте поможем им!





О живой и мертвой воде

Доктор биологических наук
С.Я.Амстиславский,
доктор биологических наук, профессор
М.П.Мошкин

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Идеи криоконсервации для непрофессионала часто ассоциируются с крионикой. Тема крионики затрагивается во многих известных книгах и кинофильмах, таких, например, как «Бегство мистера Мак-Кинли», «Vanilla sky», «Sleeper», «Sex mission» — всех не перечислить. Но именно «Бегство мистера Мак-Кинли», где Владимир Высоцкий пел свою знаменитую «Балладу об уходе в рай», еще в 70-е годы принесло в нашу страну идеи крионики, познакомив попутно с основными понятиями криобиологии. Прежде всего — с самой возможностью сохранения

жизни в условиях глубокой заморозки, то есть с криоконсервацией.

Сразу уточним, что термин «криоконсервация» в современной биологической литературе означает консервацию биологических объектов в течение некоторого времени при температуре жидкого азота — при -196°C . Успешной она считается, если объект полностью сохраняет свою жизнеспособность после размораживания.

Началом бурного подъема криобиологии следует считать 1949 год, когда английские биологи К.Полдж и О.Смит открыли, что трехатомный спирт глицерин обладает свойствами криопротектора. До самого последнего времени, однако, криоконсервация с успехом применялась лишь по отношению к суспензиям клеток, сперматозоидам, ранним стадиям развития эмбрионов или другим микроскопически мелким объектам. Попытки «заморозить» более крупные объекты, например органы, заканчивались неудачей. Лишь в конце XX — начале XXI века появились обнадеживающие результаты и в этой области и стало можно всерьез говорить о перспективах сохранения органов и тканей в условиях криобанка.

Понятие «криобанк» очень важно для нашей статьи. Когда говорят о криобанке, то зачастую имеют в виду лишь криобиологические сосуды, где в условиях глубокой заморозки подолгу хранится биологический материал. Например, на рис. 1 показан криобанк семени собак, который один из авторов посетил в Финляндии в 2004 году. Трудно поверить, что в этом небольшом хранилище содержится генофонд множества пород! Однако, как правильно отметил Дэвид Вилдт, один из лидеров в применении репродуктивных технологий для сохранения дикой жизни, криобанк — это не сосуды с жидким азотом, но прежде всего технология. Иными словами, любой биологический материал нужно сначала получить в достаточном количестве, затем заморозить, правильно сохранить и, наконец, при необходимости суметь «оживить» его.

Вот здесь мы и подходим к «живой и мертвой воде». Об этих сказочных жидкостях мы вспоминаем всякий раз, когда приходится замораживать и размораживать эмбрионы млекопитающих. При заморозке эмбрионы, запечатанные в специальные пластиковые соломинки, погружают в жидкий азот — чем не «мертвая вода»? Ведь если погрузить в него любой живой объект, не прошедший предварительной обработки, он погибнет. Однако специально подготовленным биологическим объектам встреча с глубоким холодом не страшна. «Мертвая вода» их не убивает, хотя все жизненно важные процессы замирают. В этом состоянии они теоретически могут храниться неопределенно долго, пока не будут разморожены. А роль «живой воды» играет обычная вода при температуре $37\text{--}38^{\circ}\text{C}$. В сосуд с такой водой помещают пластиковую соломинку с эмбрионами или семенем после окончания периода криохранения. «Оживленные» эмбрионы или сперматозоиды можно ввести в лоно «приемной матери», и начнется развитие *in vivo*, либо эмбрионы можно поместить в специальный прибор — инкубатор, в котором поддерживается определенный уровень влажности и оптимальное соотношение газов. В таком инкубаторе эмбрион будет развиваться *in vitro*.

Но перед тем как приступить к рассказу о конкретных направлениях применения криоконсервации, вернемся к тому, с чего мы начали, — к крионике. В своей знаменитой книге «Перспективы бессмертия», опубликованной в 1964 году, Роберт Эттингер впервые подробно изложил основные идеи крионики — и стал лидером в новой области. В этой книге, основным идеям которой следу-



1
Криобанк семени псов (Финляндия).
Фото из коллекции С.Я.Амстиславского

ют практики от крионики и в наши дни, Эттингер предложил метод «путешествия во времени». Изучив современную ему литературу по криобиологии, он сделал вывод, что криоконсервация при температурах жидкого азота или даже жидкого гелия позволит сохранить и человеческое тело для последующего оживления в будущем. Однако ни тогда, ни в наши дни наукой не зарегистрировано ни одного случая успешной криоконсервации при этих температурах какого-либо животного, размер которого превышал бы несколько миллиметров.

Проснутся ли крионавты?

Большинство известных криобиологов критически воспринимают идеи крионики, особенно современные попытки применения их на практике. Возможность «оживления» крионавтов никогда не была подтверждена экспериментально. С другой стороны, криобиология, в отличие от крионики, базируется на выверенных экспериментом фактах и строгом математическом аппарате. Однако для людей, которые не имеют специального медицинского или биологического образования, слова «криобиология» и «крионика» звучат очень похоже. По видимому, в этом одна из причин того, что крионика широко обсуждается и в наши дни. Кроме того, несмотря на спорность и невозможность экспериментальной проверки некоторых главных положений крионики, основополагающая книга по крионике «Перспективы бессмертия» Роберта Эттингера очень хорошо написана и представляет собой законченное и яркое литературное произведение.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



2
В настоящее время в мире существует около 10 тысяч разных линий мышей. В ближайшие 20 лет их число может достичь 300 тысяч. Криобанк помогает сохранить это разнообразие



3
Криобанк Джексонской лаборатории, США (фото из коллекции Джексонской лаборатории, публикуется с разрешения доктора Карлисла Лэндела)

Практические же услуги по «достижению бессмертия» вплоть до самого последнего времени оказывались лишь в США, главным образом в фирме «Алькор» и в Институте крионики. В основанном Эттингером Институте крионики на сегодняшний день хранятся при температуре жидкого азота тела примерно 75 крионавтов, а также около 40 их питомцев — кошек и собак. У фирмы «Алькор», которая сегодня лидирует в области практической крионики, клиентов приблизительно столько же, однако большая их часть находится в состоянии «нейро» — сохранен в криоконсервированном виде лишь головной мозг. (В Институте крионики такую услугу не предлагают, там замораживают тело целиком.)

В пятом номере «Химии и жизни» за 2001 год известные криобиологи из харьковского Института криобиологии и криомедицины Г.А.Бабийчук и В.И.Грищенко напрямую поставили самый главный вопрос в связи с крионикой: «Проснутся ли «замороженные»?» Ответ профессиональных криобиологов был скептическим. Мы разделяем этот скептицизм. Оживление крионавтов, сохранение личности путем заморозки тела человека (или лишь его головного мозга) и в наши дни остается пока такой же иллюзорной целью, как и в 1960-е, когда Эттингер писал свою знаменитую книгу.

Однако едва ли стоит утверждать однозначно, что крионика — это плохо. Люди, которые верят в научно-технический прогресс и в то, что у крионики есть будущее,

инвестируют весьма крупные суммы в «криоконсервацию» своих тел, но крионика в этом смысле — не уникальное явление. Множество людей по всему земному шару вкладывают средства в рискованные предприятия. Можно вполне определенно утверждать, что у крионавтов, которые были заморожены до сих пор, шансы быть «оживленными» нулевые. Однако через несколько веков или тысячелетий они могут оказаться ценнейшим историческим материалом. Современных антропологов, например, крайне интересует, какими были наши предки, жившие в доисторические времена. Например, в 1991 году в Альпах был найден так называемый «ледяной человек», погибший около 5300 назад и прекрасно сохранившийся во льду (<http://www.students.emory.edu/HYBRIDVIGOR/cryonics.htm>). Находку изучали с применением всех доступных в наше время научных методов, результаты этих исследований опубликованы в престижных международных журналах. Если учесть, что морфологическая структура тела гораздо лучше сохраняется в жидком азоте, чем во льду, крионавты, хранящиеся в сосудах «Алькора» и Института крионики, могут оказать неоценимую услугу антропологической науке будущего.

Классическая криобиология и современные репродуктивные технологии

В 60-е, тогда же, когда Роберт Эттингер писал свою книгу, доминирующим методом замораживания было относительно медленное охлаждение биологических объектов (так называемое программное замораживание). В наше время сотни тысяч эмбрионов крупного скота, других сельскохозяйственных, а также лабораторных животных подвергают криоконсервации. В самых крупных генетических центрах, например в Джексонской лаборатории (США), где имеется самый большой в мире криобанк мышей, и в наше время пользуются именно медленным замораживанием, основанным на двухфакторной теории Петера Мэйзура.

Криобиолог Петер Мэйзур и его ученики математически и биологически описали процессы, которые происходят в ходе программного замораживания. Это теоретическое обоснование того, что уже использовали практики, получило названия «двухфакторной теории Мэйзура». Согласно этой теории, основные повреждающие факторы при медленном замораживании — образование внутриклеточных кристаллов льда и экспозиция клеток в гиперосмотических растворах (то есть в растворах с высокой концентрацией солей, которые образуются, когда вода в жидкой фазе вокруг эмбрионов начинает кристаллизоваться в лед). Отсюда следовали важные для практиков выводы: степень повреждения клеток зависит от проницаемости клеточной мембраны и скорости охлаждения.

С учетом этого были разработаны оптимальные программы замораживания, которые различались как для

разных типов замораживаемых объектов, так и для разных видов животных. Эти программы позволяли успешно замораживать клеточные суспензии, сперматозоиды и преимплантационные (то есть еще не имплантировавшиеся в матку) эмбрионы. При замораживании микроскопически мелких объектов образование внутриклеточных кристаллов льда минимально, так как внутриклеточная вода успевает выйти через клеточные мембраны, а экспозиция в гипертонических растворах получается недолгой. Кроме глицерина, применяют и другие криопротекторы, например диметилсульфоксид и этиленгликоль. Показано, что разные криопротекторы по-разному проникают в клетки и мера их токсичности зависит не только от времени экспозиции и типа клеток, но и от температуры. Таким образом, оптимальные условия замораживания обычно подбирают экспериментально, при этом, конечно, учитывая основные положения теории Мэйзура.

Самые крупные стадии в развитии млекопитающих, которые когда-либо удавалось замораживать при помощи традиционных способов, описанных выше, — это преимплантационные эмбрионы. Их размер у большинства видов млекопитающих составляет несколько десятых долей миллиметра, однако это уже многоклеточный организм, и, чтобы достичь успеха, зачастую приходится прибегать к разным ухищрениям. Тем не менее эмбрионы лабораторных грызунов, большинства домашних животных, включая крупный рогатый скот и пушных зверей, а также диких млекопитающих замораживают и хранят при температуре жидкого азота. Напомним, что «успешной заморозкой» мы называем лишь те случаи, когда после криоконсервации эмбрионы были разморожены, трансплантированы самке-реципиенту и родилось живое потомство. Это единственный критерий, которому доверяет научное сообщество.

Когда программное замораживание, основанное на двухфакторной теории Мэйзура, попытались применить к более крупным объектам, результаты заморозки были в подавляющем большинстве случаев отрицательными. Органы состоят из разных типов клеток, причем между ними имеются сложные межклеточные контакты. Каждый тип клеток имеет свои собственные криобиологические характеристики, и программа охлаждения, рассчитанная для одних клеток, может оказаться совсем неподходящей для других. Чаще всего разрушаются межклеточные контакты. Самое же главное осложнение состоит в том, что величина органов измеряется не микронами и даже не миллиметрами, поэтому соотношение поверхности и объема у них очень далеко от оптимума.

Альтернативный подход к замораживанию биологических объектов получил название «витрификация». Теоретические основы витрификации с использованием достаточно сложного математического аппарата разрабатывал еще в 1930-х годах Бэзил Льюэт с учениками и коллегами. Согласно теоретическим предсказаниям Льюэта, при очень высоких концентрациях криопротекторов в среде и очень быстром снижении температуры объект переходит в стекловидное состояние, минуя фазу кристаллизации. Некоторое время этот подход оставался на втором плане, заслоненный успехами программного замораживания. Кроме того, казалось, что выполнить рекомендации Льюэта технически сложнее, чем те, что предлагает теория Мэйзура.

Тем не менее когда криобиологи столкнулись с проблемами, возникающими при криоконсервации органов, они вспомнили про витрификацию. В наши дни этот метод считается перспективным не только для замораживания

мелких биологических объектов, таких, как эмбрионы, сперматозоиды и клеточные суспензии, но и для замораживания срезов органов и тканей и даже целых органов. Таким образом, например, недавно удалось заморозить почку кролика до температуры -45°C , причем после замораживания и трансплантации эта почка нормально функционировала. Это еще не криоконсервация в точном смысле слова, так как почку не охлаждали до температуры жидкого азота, но все же прогресс налицо.

Особенно успешными оказались опыты по замораживанию генеративных органов — семенников и яичников. Этот подход даже рекомендован как одна из реальных возможностей восстановления плодovitости у людей, перенесших химио- и лучевую терапию при лечении рака в раннем возрасте. Не так давно родился первый ребенок пациентки, у которой до начала химиотерапии были удалены и подвергнуты криоконсервации яичники. После окончания курса лечения и полного выздоровления этой молодой женщине трансплантировали ее собственную яичниковую ткань, взятую из криобанка, где она сохранялась при температуре жидкого азота несколько лет. Через некоторое время эта женщина смогла родить собственного ребенка, зачатого естественным путем.

Не менее впечатляют и данные, полученные на животных. В работе японских авторов, опубликованной в 2006 году, сообщаются результаты удивительного эксперимента. Репродуктивные органы самцов мышей хранились в холодильнике при температуре -20°C в течение 15 лет. Затем эти органы вынули из холодильника и получили из них сперматозоиды. Они были неподвижны, причем специальные тесты подтвердили, что они «мертвы», хотя признаков дегенерации ДНК не было. После инъекции этих сперматозоидов в подготовленные ооциты (половые клетки самок) некоторые из них стали развиваться. Трансплантация полученных эмбрионов привела к рождению потомства.

Эта работа показывает, что не столь уж фантастичны проекты восстановления исчезнувших видов животных. Если в семенниках мамонта или саблезубого тигра, найденных в вечной мерзлоте, сохранились мертвые сперматозоиды с неповрежденной ДНК, то получить потомство от этого животного хоть и очень сложно, но реально. Сперматозоиды можно инъецировать в ооциты ныне живущих родственников этих вымерших видов и затем трансплантировать эмбрионы самкам-реципиентам. (О межвидовой трансплантации мы писали год назад в сентябрьском номере «Химии и жизни» за 2006 год.)

Еще один перспективный подход — криоконсервация срезов органов. В 2006 году была опубликована статья Юрия Пичугина (этот украинский ученый в настоящее время работает в Америке) в соавторстве с двумя другими известными американскими криобиологами. В этой работе было продемонстрировано, что клетки одного из отделов головного мозга крыс — гиппокампа — сохранили жизнеспособность после витрификации и хранения при температуре жидкого азота. Причем криоконсервировали не отдельные клетки, а срезы мозга. Эта действительно интересная работа была интерпретирована сторонниками крионики из уже упоминавшейся фирмы «Алькор» как аргумент в пользу возможности криоконсервации человеческого мозга. Однако толщина срезов гиппокампа в работе Пичугина с соавторами составляла всего 500 микрон. Не надо быть специалистом, чтобы понять, что заморозить такой срез несравненно легче, чем целый мозг. Кроме того, критерии оценки жизнеспособности, применяющиеся в экспериментах по криоконсервации органов и тканей, весьма субъективны и

односторонни. По мнению Дэвида Пега из Великобритании, мирового лидера в деле консервации органов, большинство существующих критериев не дает однозначного ответа на вопрос, «жив» или «мертв» объект. В работе с гиппокампом таким критерием считалась способность клеток, перенесших криоконсервацию, поддерживать высокие концентрации внутриклеточного калия. Но кто может сказать, будут ли нейронные процессы в этих срезах протекать точно так же, как и до заморозки? Так или иначе, эта работа показывает, что потенциал методов криобиологии далеко не исчерпан.

Учимся у природы

И все же... Так ли безосновательны надежды апологетов крионики на то, что в будущем способ глубокой заморозки человеческого тела будет найден?

В природе можно найти множество примеров, когда личинки насекомых, моллюски, амфибии и рептилии переживают холодный период в замороженном состоянии и «оживают», согретые весенним солнцем или омытые «живой водой». Это, конечно, не криоконсервация, так как зимние температуры на планете Земля никогда и нигде не достигали -196°C . И все же способность некоторых животных сохранять в себе жизнь при низких температурах просто поражает воображение. Например, лесная лягушка (*Rana sylvatica*) переживает зиму в виде хрупкого ледяного куса. Около 35% жидкостей ее тела при этом превращаются в лед. Такие «зимние» лягушки не только не питаются, но и не дышат, а что самое поразительное — у них даже не бьется сердце. Если бы криобиологам удалось до конца разобраться в этом чуде природы, то открылась бы новая эпоха криобиологии и криомедицины и мечты Роберта Эттингера и его последователей, вполне возможно, превратились бы из фантастики в реальность.

Однако кое-что уже ясно. Оказывается, животные, способные к переживанию зимней стужи в замороженном состоянии, научились использовать законы криобиологии, о которых мы упомянули в предыдущем разделе! Разумеется, лягушка в своей болотной жизни не читала Полджа и Смита. Тем не менее она вырабатывает и накапливает в тканях своего тела глицерин. Этот криопротектор позволяет лягушке до того, как ее маленькое, но бесстрашное сердце перестанет биться, так отрегулировать льдообразование в своем теле, что лед скапливается главным образом под кожей конечностей и в кишечнике, а внутри тканей если и образуется, то в виде очень мелких кристалликов, не столь опасных для жизни.

Маленькая лягушка может многому научить не только криобиологов, но и медиков. Чтобы подготовить ткани своего тела к зимовке, лягушки научились решать множество физиологических проблем. Например, они используют в качестве криопротектора не только глицерин, но и глюкозу! Напомним, что повышение концентрации глюкозы в крови человека приводит к множеству губительных последствий, лягушке же оно нисколько не вредит. Возможно, когда-нибудь она подарит человечеству и лекарство от диабета.

И это еще не все сюрпризы, какие лягушка приготовила ученым. Самая большая проблема при криоконсервации органов и тканей возникает из-за множественных кровотечений в процессе размораживания — рвутся сосуды. Лягушка же умеет во много раз усиливать свертывающую способность своей крови. Поэтому повреждения в ее сосудах быстро ликвидируются. А недавно было обнаружено, что заморозка повышает в тканях этих ма-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

леньких амфибий содержание некоторых белков. Такие белки вырабатываются в мозге крыс в условиях гипоксии. Очевидно, что именно они, а также антиоксиданты, найденные в изобилии у готовящейся к «замерзанию» лягушки, помогают ей пережить кислородное голодание, когда превращенная в хрупкий кусок льда зимняя лягушка перестает дышать.

По-видимому, в будущем ученым удастся установить, за счет активации (или инактивации) каких генов лягушке удастся пережить «обмерзание». К счастью, в арсенале генетиков сейчас появились совершенно новые инструменты. У так называемых «нокаутных» мышей избирательно отключают какой-либо ген, а трансгенные мыши, наоборот, получают ген, которого у них не было. Таким образом, на мыши возможно будет промоделировать удивительные процессы, происходящие в организме лягушки. А мышь — это уже млекопитающее, как и человек.

Но бурный прогресс генетики имеет и обратную сторону. Алисон Абботт из США в статье, опубликованной в журнале «Nature», предсказывает, что в ближайшие 20 лет число линий мышей, необходимых для работы генетиков, физиологов, медиков и других специалистов, достигнет 300 тысяч. Такое количество разных линий просто немыслимо сохранить, разводя мышей традиционным способом. Уже сейчас, когда их общее число достигло 10 тысяч, невозможно обойтись без своего рода архивов — криобанков эмбрионов (рис. 2). Об этом речь в следующей главе.

Как криобанки помогают генетикам?

Заглянем на сайт Джексоновской лаборатории (США), в которой поддерживается самая крупная в мире коллекция мышиных генотипов (<http://www.jax.org>). Как сообщается на этом сайте, лаборатория продает около двух миллионов мышей в год. Общее же число линий, поддерживаемых в этой лаборатории, составляет более 3000. Характерно, что около 2500 этих линий поддерживаются исключительно в виде криобанка эмбрионов (рис. 3). Причем ежегодно там восстанавливают из криобанка (под заказ) около 400 линий мышей. Лишь 800 наиболее востребованных линий поддерживаются в виде живой коллекции, однако и они дублируются в криобанке.

Интересна история создания этого уникального и пока самого крупного в мире «замороженного архива». В 1947 году в Джексоновской лаборатории возник пожар, после которого и решили создать «архив». И когда в 1989 году в лаборатории случился еще более разрушительный пожар — он бушевал пять часов, около полумиллиона мышей сгорело заживо, — криобанк действительно очень помог. Некоторые из линий существуют только в коллекции Джексоновской лаборатории и более нигде в мире, так что восстановить их можно было лишь из ее собственного криобанка. Кроме того, «криоархив» способ-

ствует поддержанию чистоты линий. Если мыши размножаются традиционным способом, в линии накапливаются случайные мутации, вдобавок, как и все живые существа, мыши подвержены заболеваниям. Криобанк эмбрионов необходим не только для восстановления линии, погибшей от инфекции, но и для очистки линии от этой инфекции.

Другие крупные генетические центры также предпочитают хранить свои коллекции в виде замороженных эмбрионов и семени. Например, при Центре исследования млекопитающих (MRC) в Великобритании создан крупный криобанк — FESA (Frozen Mouse and Sperm Archive) (<http://www.mgu.har.mrc.ac.uk>). В нем хранится около 400 тысяч эмбрионов, или 1200 линий мышей — в среднем более 300 замороженных эмбрионов на линию. Большинство экспертов сходятся на том, что для надежной консервации нужно 200–500 эмбрионов. Однако, как свидетельствует мировой опыт, иногда удается восстановить линию всего лишь из 20 эмбрионов.

Как уже говорилось, в наше время создаются криобанки не только эмбрионов, но также сперматозоидов, яйцеклеток и даже яичниковой ткани. Тем не менее архивы коллекций мышей делают ставку прежде всего на эмбрионы. Понятно, что эмбрион — диплоидный организм, в то время как сперматозоиды и яйцеклетки гаплоидны, и поэтому для полноценного архивирования линии можно консервировать либо эмбрионы, либо гаметы обоего пола (то есть и сперматозоиды, и яйцеклетки). Первый путь экономически более оправдан, тем более что второй путь требует еще одного технологического этапа — размороженные сперматозоиды и яйцеклетки должны соединиться, чтобы образовать эмбрион. И хотя при архивировании мышиных коллекций наряду с эмбрионами во многих случаях криоконсервируют еще и сперматозоиды, предпочтение отдается именно эмбрионам. Что же касается яйцеклеток, то при их замораживании и криоконсервации возникает максимальное число проблем.

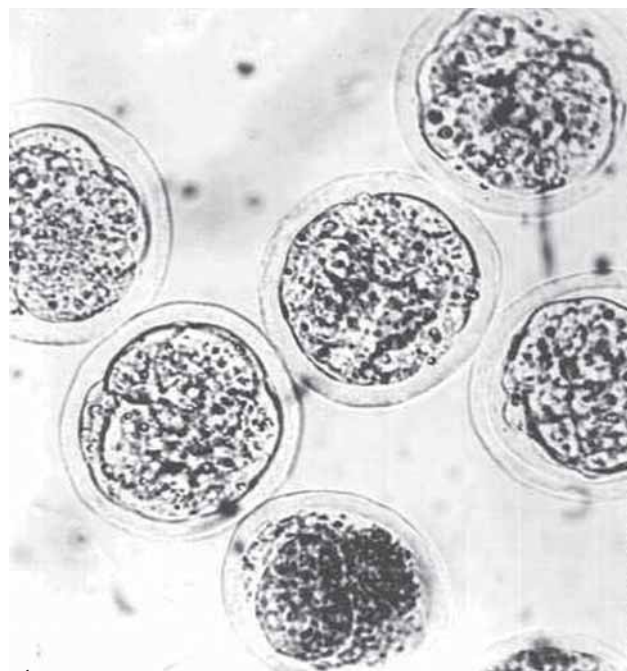
От чего же зависит эффективность процедур, связанных с рискованным купанием эмбрионов в «мертвой и живой воде»? Оказывается, способность сохранить жизнь при подобных «купаниях» определяется не только тем, насколько отработана технология, но и генетическими характеристиками эмбрионов. По нашим собственным данным, выживаемость зародышей мышей семи различных генотипов после криоконсервации составила от 20 до 71%. Эмбрион — это уже особь, и у него есть четкая программа развития, закодированная в геноме. Даже на самых ранних стадиях можно говорить об особенностях строения и физиологии эмбриона — и о различиях в «прочности» и стабильности жизненных функций — как между отдельными эмбрионами, так и между представителями разных линий.

Проблемы возможны не только на этапе замораживания-оттаивания, но и при получении эмбрионов, а особенно при «оживлении» и трансплантации в матку приемной матери, чаще называемой «реципиентом». Хотя обычно предсказать судьбу размороженных эмбрионов можно, просто посмотрев на них в микроскоп. На рис. 4 показаны зародыши мышей, размороженные после криоконсервации. Видно, что клетки одного из эмбрионов потемнели. Этому зародышу не повезло: шансы на то, что он будет нормально развиваться, близки к нулю. Такой простой критерий оценки жизнеспособности эмбрионов после процедур криоконсервации чаще всего не подводит, хотя в некоторых случаях оказывается недостаточным.

Следующий принципиально важный вопрос: как долго можно сохранять замороженные эмбрионы в жидком азоте? В нашей практике был случай, когда эмбрионы крыс были разморожены через два года, трансплантированы реципиенту и развились во вполне нормальных крысят. Сейчас в мире накоплен обширный опыт, который позволяет уверенно утверждать: если эмбрионы были грамотно заморожены и подача азота была бесперебойной, то не важно, хранились ли они в жидком азоте несколько секунд или десятки лет. Так, например, группа Д.Уиттингема в Великобритании в 1972 году разработала способ заморозки эмбрионов мышей, и они были наморожены впрок. С тех пор прошло более 30 лет, но эмбрионы, хранящиеся в криобанке, нисколько не потеряли своей способности «оживать».

Еще один важный аргумент в пользу криобанков — упрощается пересылка и обмен генетическим материалом. Живые мыши в дороге могут заразиться и даже погибнуть от перепадов температуры. К тому же всякий, кто перевозил животных, особенно через границу, знает, как сложно бывает оформить на них документы. При пересылке замороженного материала бюрократические процедуры гораздо проще. Таким способом иногда удается найти выход из совершенно тупиковых ситуаций. Законы, касающиеся ввоза или вывоза живых животных, особенно строги в Австралии: оленеводы, решившие «прилить свежую кровь» от оленей из Новой Зеландии, узнали, что привезти живых оленей даже из этой соседней страны не позволяет закон, а вот замороженных, в виде криоконсервированных эмбрионов — можно. Специальные транспортные сосуды «dry shippers» сделали пересылку генетического материала удобной и безопасной. Жидкий азот в них удерживается на специальном адсорбенте, так что их можно не дозаправлять неделю и более. Кроме того, в таких сосудах нет жидкой фазы азота, поэтому упрощаются или отпадают как технические, так и юридические проблемы, связанные с перевозом замороженного генетического материала в самолетах.

Следует также помнить, что процедура трансплантации (при грамотном ее исполнении) позволяет очистить ли-



4

Зародыши мышей после замораживания, криоконсервации при -196°C и оттаивания при $+38^{\circ}\text{C}$

нию от вирусов, в том числе и от тех, которые мать передает детенышам. Дело в том, что эмбрион во время своего путешествия по яйцеводам и матке заключен в так называемую прозрачную оболочку (рис. 4), непроницаемую для вирусов. Правда, вирусы могут прилипнуть к оболочке, поэтому эмбрионы перед трансплантацией отмывают в специальных стерильных средах. Таким путем можно избавить линию от вируса мышинного гепатита, вируса Сендая, мышинного аденовируса и многих других.

Для хранения криоархива нужно лишь небольшое помещение, а единственный компонент, необходимый для поддержания жизни в криобанке, — жидкий азот. Вот о нем следует серьезно позаботиться. В хранилище должны быть предусмотрены системы автоматического пополнения азотом, индикаторы, которые подают сигнал в случае падения уровня жидкости, и многое другое. Полезно распределять материал по двум или более хранилищам, на случай, если в одном из них возникнет аварийная ситуация. Конечно, перевод линии в криобанк и ее оживление требуют работы квалифицированных биотехнологов, покупки дорогостоящих программных замораживателей и т. д. Тем не менее Карлисл Лэндел, один из главных создателей криобанка Джексоновской лаборатории, считает, что затраты по переводу той или иной линии в криобанк во всех случаях оказываются существенно меньшими, чем поддержание этой линии в питомниках в живом виде.

В 2005 году была создана международная сеть мышинных ресурсов, состоящая из 17 генетических центров, имеющих криобанки. Эти центры расположены на четырех континентах (Америка, Европа, Азия и Австралия), причем Америка представлена шестью центрами в США и двумя в Канаде, Европа — шестью национальными центрами в Великобритании, Германии, Франции, Швеции, Италии и Португалии, объединенными под эгидой ЕММА (European mouse mutant archive), Азия — двумя японскими центрами, Австралия же всего одним.

Вероятно, главной причиной, которая побудила ведущие генетические центры перевести живые коллекции мышей в форму криоархива, было не только стремительное увеличение числа линий, но и ужесточение международных требований к содержанию лабораторных животных. Разведение мышей в соответствии с этими требованиями означает огромные затраты на качественные корма, поддержание высоких стандартов воздуха и воды, ветеринарный контроль и т. д. Единственный в России питомник лабораторных животных, сертифицированный в соответствии с международными стандартами, расположен в городе Пущине недалеко от Москвы. Там поддерживается всего лишь дюжина известных линий мышей, несколько линий крыс и одна линия сирийских хомячков. Другой центр разведения лабораторных животных, где будут поддерживаться столь же высокие стандарты качества, строят по соседству с нашим институтом в Новосибирске. Однако в соответствии с требованиями времени мы планируем сразу же создать и криобанк, который будет одновременно и архивом, и своеобразными «воротами» в этот центр.

Прирастать будет Сибирью...

Известная фраза М.В.Ломоносова «Российское могущество прирастать будет Сибирью» особенно актуальна в наше время. Ведь Сибирь XXI века — это не только леса, воды и ископаемые, но и мощный научный потенциал, сосредоточенный в центрах, подобных новосибирскому Академгородку, который по праву считается жемчужиной Сибири.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Именно там находится знаменитый Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН, недавно отметивший свое 50-летие. В прошлом прибежище опальных генетиков, институт сумел сохранить свой научный потенциал, пройдя через все перипетии советского периода и перестройки, и по-прежнему задает высокие стандарты в науке. В разное время институт возглавляли такие выдающиеся генетики, как Н.П.Дубинин, Д.К.Бе-



5

Здание строящегося в Академгородке Новосибирска современного центра беспатогенных мышей и криобанка

ляев и В.К.Шумный. Сегодня в нашем институте создается современный генетический центр (отдел генофондов), где планируется поддерживать коллекцию лабораторных животных, главным образом мышей и крыс (рис. 5). Особая заслуга в создании этого центра принадлежит академику В.К.Шумному, который возглавлял институт до 2007 года.

Создание такого современного вивария дает возможность российским ученым не остаться в стороне от общемировых тенденций развития функциональной геномики. Немаловажно, что и в нашем институте, и в других биологических и медицинских учреждениях Сибири есть спрос на изучение животных с заданными генетическими свойствами, поскольку в них работают высокопрофессиональные биохимики, молекулярные биологи, физиологи, иммунологи, фармакологи.

В нашем центре, как и в Джексоновской лаборатории в США и европейских центрах, криобанк, прежде всего преимплантационных эмбрионов, должен занять одно из ключевых мест. И в самом деле: где, как не в Сибири, стране морозов и студеных зим, создавать криобанк? Предполагается, что центр приступит к работе в 2009 году, однако уже в 2008 году начнется формирование штата сотрудников центра и закупка оборудования. Быть может, молодые энергичные биологи и медики, узнав из этой статьи о достижениях, проблемах и перспективах криобиологии, вольются в наш коллектив и помогут в осуществлении этого сложного, но многообещающего проекта.





1
Кристалл
берилла
со следами
травления.
Волынь,
Украина



2
Берилл.
Волынь,
Украина



3
Растворение
кристаллов
кальцита.
Кличка,
Забайкалье

Травматизм в мире кристаллов

Камень — традиционный символ вечности, неподатливости, неодолимой стойкости: поколения людей не замечают в нем никаких изменений. Но неизмеримо дольше, чем длится жизнь нескольких поколений людей и даже вся история человечества, «живет» минерал в своей природной среде. За многие миллионы лет даже очень слабые воздействия способны оставить на нем отчетливые следы. А они отнюдь не слабы, эти воздействия. Родная стихия минерала нередко бывает динамична и химически агрессивна. Вот почему многие природные кристаллы достаются нам помеченными рубцами травм — механических деформаций, растворения или того и другого вместе.

Для специалиста такие травмы — источник важной информации о природной среде и тем самым о геологической истории месторождения. Нам же интересен другой участник этой истории — сам кристалл, характер его травматизма и его ответная реакция. Но разве возможна ответная реакция столь инертного, косно-

го тела, как минерал? Вопрос этот очень интересен, и мы сейчас получим ответ на него простейшим способом — рассматривая природные кристаллы.

Взгляните на фото 1. Шестигранник благородного берилла $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$ испещрен мелким повторяющимся ямчатым узором — следами растворения или травления. Берилл тверд и химически стоек, он не поддается действию кислот. Тем более поразительно, что травлением он обязан веществу, в быту вполне безобидному, — воде.

Вода — единственный природный растворитель минералов. Столь агрессивной ее делают примеси CO_3^{2-} , Cl^- , F^- и некоторые другие плюс высокие температура, давление и конечно же невообразимо долгое воздействие. Более глубокому растворению подвергся другой кристалл берилла из того же месторождения (фото 2). От шестигранника не сохранилось и следа, кристалл выглядит как порядком обсосанный леденец.

Травлению с утратой собственной кристаллической формы подвергся и

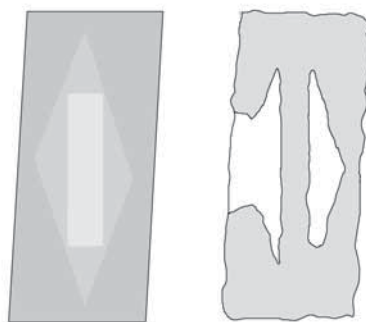


Рис. 1
Смена форм кальцита (а)
и их растворение (б)

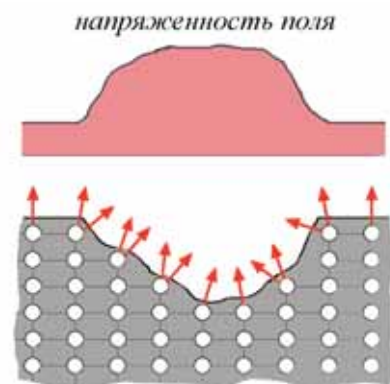


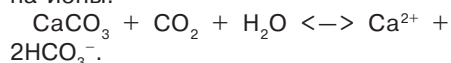
Рис. 2
Неровность грани — ловушка для частиц



4
*Кальцит.
Дальнегорск,
Приморский край*

Кандидат технических наук
Б.З. Кантор

кальцит, изображенный на фото 3. В процессе роста кристалл кальцита нередко меняет внешний облик, и получается несколько кристаллических форм, как бы вложенных одна в другую (рис. 1а). На недостаточно прозрачных кристаллах это незаметно, но это означает, что разные формы по-разному поддаются травлению. Кальцит, один из природных карбонатов кальция, далеко не столь стоек, как берилл. Его растворимость сильно зависит от присутствия углекислоты, вызывающей диссоциацию на ионы:



Это уравнение не может объяснить, почему разные формы кальцита травятся по-разному, но благодаря упомянутому явлению стало возможным установить, что кристалл кальцита на разных стадиях роста принимал по крайней мере три различные кристаллические формы. В процессе растворения вода проела внешнюю, завершающую форму, практически ничего не оставила от промежуточной и в меньшей степени затронула начальную форму (рис. 1б).

С улетучиванием двуокиси углерода равновесие реакции смещается влево: идет кристаллизация и первоначальная форма кристалла полностью или частично восстанавливается. Именно это произошло с кристаллом, изображенным на фото 4. По аналогии с восстановлением живых тканей это явление называется регенерацией.

Однако кристалл кальцита на фото 4 регенерировал не целиком, а только на концах. Средняя его часть оказалась недоступной для питающего (регенерирующего) раствора, так как была покрыта налетом постороннего вещества или зажата между соседними кристаллами. На фото 5 второе поколение кристаллов кальцита развивалось на материнском старшем кристалле, который, однако, успел покрыться налетом постороннего бурого минерала (гизингерита). Для роста кристалликов нового поколения остались лишь наиболее активные точки по краям ступенек на кривогранной поверхности материнского кристалла. А кривогранным этот кристалл (как, впрочем, и кристаллики-детки) сделала небольшая изоморфная примесь мар-

ганца (см. «Химию и жизнь», 2003, № 9).

Самые подходящие места для регенерации, дорастания, появления «дочерних» кристалликов – всякого рода швы и неровности на поверхности растущего кристалла. Фото 5 наглядно демонстрирует эту особенность. Собственно, именно это и поддерживает тенденцию обрастания кристалла плоскими гранями. Действует механизм отрицательной обратной связи: стоит в процессе роста кристалла появиться неровности на грани, как из-за прямолинейности кристаллической решетки в этой неровности возникает концентрация внешнего силового поля кристалла, превращающая ее в ловушку для частиц кристаллизующегося вещества (рис. 2), – своего рода «потенциальная яма». Поэтому неровность зарастает быстрее. Как мы увидим дальше, именно это свойство помогает кристаллам относительно быстро справляться со своими травмами.

Рост кристалла дымчатого кварца, изображенного на фото 6, был прерван из-за появления в питающем растворе железистых примесей. Адсорбированные кристаллом, они бло-



5
*Марганцовистый кальцит.
Дальнегорск,
Приморский край*



6
Кварц.
Приполярный Урал



7
Пирротин.
Дальнегорск, Приморский край

8
Топаз.
Волынь, Украина



9
Берилл.
Урал



10
Параллельный сросток
кристаллов кварца.
Алданское нагорье



11
Кварц. Алданское нагорье.
Красоватая окраска вызвана
включениями гематита Fe_2O_3



12
Японский двойник
кварца.
Дашкесан,
Азербайджан

кировали его дальнейший рост — он продолжался только на небольшой части поверхности, оставшейся свободной. Захватывая по дороге атомы железа из питающего раствора (в качестве дефектов собственной кристаллической решетки), он приобретал фиолетовую аметистовую окраску.

Следующий пример — пирротин. По химическому составу этот сульфид железа с приблизительной формулой FeS близок к пириту FeS_2 и нередко замещается им. В процессе замещения кристалла, показанного на фото 7, в нем остались отдельные незамещенные островки, которые с возобновлением условий роста пирротина развились в самостоятельные кристаллические индивиды, ориентированные по исходному кристаллу, а следовательно, согласно друг с другом.

Кристалл топаза $Al_2[SiO_4](F,OH)_2$, представленный на фото 8, не блещет красотой и едва ли стоит внимания ювелира или коллекционера. Зато он интересен минералогу. Кристалл подвергся растворению и практически утратил свойственный ему внешний облик. Но особенно активно травление шло вдоль спайных трещин, по их краям на поверхности кристалла даже возникли поперечные борозды. Растворитель (вода!)



13
*Кристалл пирита.
Березовский, Урал*

стремился проникнуть в глубь кристалла, чтобы разрушить его изнутри. Кристалл был бессилен противостоять агрессивному натиску. Но вот внешние условия изменились в пользу регенерации: как же поступил кристалл? Это поразительно: вы видите, что первым делом он постарался скрепить друг с другом свои разделенные трещинами части, перекинув через борозды тоненькие связующие мостики. При дальнейшей регенерации эти тонкие связки становились бы все мощнее и в конце концов срослись бы друг с другом и с телом кристалла. Но в этом случае мы никогда не увидели бы свидетельства драматического этапа в биографии этого топаза.

На открытых изломах регенерация может идти одновременно по всей поверхности трещины. Это произошло с бериллом, изображенным на фото 9. Берилл не обладает хорошей спайностью, излом у него «занозистый», изобилующий мелкими неровностями и ступеньками, которые, как мы уже знаем, готовы стать новыми центрами роста. На фото 9 виден результат: излом регенерирован множеством отдельных, одинаково ориентированных вдоль материнского кристалла, мелких хорошо ограниченных кристалликов. С термодинамической точки зрения предпочтителен был бы один крупный кристалл, поскольку его поверхность гораздо меньше совокупной поверхности множества мелких кристалликов той же общей массы. Однако это резко замедлило бы процесс лечения травмы, и кристалл «предпочел» более быстрый способ: чем больше поверхность, тем скорее заживление.

Подобный характер регенерации свойствен не только отдельным кристаллам, но даже целым месторож-



14
Кристалл берилла. Урал

дениям. Так, среди образцов горного хрусталя SiO_2 одного из месторождений Алданского нагорья попадает множество параллельных сростков (фото 10). Причину долгое время не удавалось найти. Ответ принесло изучение образцов с молочно-белой серединой (фото 11). Эта область сростка — не что иное, как реликт монокристаллического обломка жильного кварца, разрушенного тектонической подвижкой и впоследствии регенерировавшего параллельным агрегатом кристаллов. А на фото 12 показано развитие кристаллов второго поколения на двойниковом шве японского двойника кварца (см. «Химию и жизнь», 2003, № 1).

Теперь перейдем к самым тяжелым травмам — переломам. Когда это случается с человеком, его везут в травмпункт или вызывают к нему «скорую помощь». Минералу не остается ничего другого, как лечиться самому.

На фото 13 — превосходный кристалл пирита FeS_2 величиной с кулак крупного мужчины. Чтобы читатель мог представить его первоначальный облик, на врезке помещена фотография его маленького собрата. Диагноз нашего кристалла — перелом со смещением. Но прошло время, и травма зарубцевалась сама собой. Нельзя не воздать должного «воле к жизни» нашего кристалла. Он сам залечил страшный перелом: уродливые шрамы без посторонней помощи заросли площадками правильных граней, ориентированными вдоль соответствующих граней кристалла — в полном соответствии с его изначальной архитектурой. Залечивание

трещины шло с опережением, заметно быстрее, чем наращивание здоровых участков граней. Как только произошел несчастный случай, все силы и ресурсы были брошены на ликвидацию последствий. Кристалл повел себя так же, как в подобной ситуации повело бы себя любое живое существо, спасая свою жизнь и здоровье.

Механизм этого самолечения очень прост: все дело в характере поверхности трещины. Микроскопические ступеньки и входящие углы, как уже не раз говорилось, — это ловушки кристаллизующегося вещества, поэтому они всегда зарастают опережающими темпами. Вырастая на участках тела исходного кристалла, «залечивающие» кристаллики наследуют ориентировку его кристаллической структуры, а следовательно, и элементов внешнего ограничения.

Явление регенерации природных кристаллов универсально. В ситуации, подобной описанной, любой кристалл, потерпевший «травму», станет самозалечиваться, как только возникнут условия для кристаллизации и вокруг будет достаточно компонентов кристаллизующегося вещества. А если таких компонентов недостаточно, то кристалл использует другие, подручные материалы. Так, кристалл берилла, боковым давлением разбитый на ряд фрагментов (фото 14), залечился частично бериллом, а частично слюдой.

На этом закончим наш обзор природного травматизма кристаллов и подведем обобщающий итог. Он краток: в природных условиях минералам свойственны приспособительные реакции, которых они лишаются, оказавшись в сфере человеческой деятельности. Эти реакции направлены на самосохранение и самолечение и поразительным образом сближают мир минералов с миром живых существ.

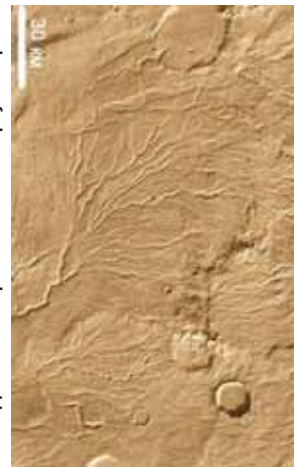


ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА





Данные камеры «MARSIC» на борту аппарата «Марс реконнайсенс орбитер»



2
Древнее
сухое русло,
42° с. ш.
268° в. д.
Данные
орбитального
аппарата
«Викинг»

1
Постоянная северная
полярная шапка

Вода на Марсе

Н.Э.Демидов,
доктор физико-математических наук
И.Г.Митрофанов,
Институт космических исследований РАН

Вода в Солнечной системе

Земля богата водой. Юпитер на 90% состоит из водорода, а у его спутников водяной лед — одно из основных породообразующих веществ. Поверхность Европы, вероятно, покрыта водным океаном под толстым слоем льда. А как обстоит дело с водой на Марсе, который расположен вблизи границы между планетами земной группы и газовыми гигантами? В общем-то наличие воды на Марсе никогда не вызывало сомнений у планетологов. Главный вопрос — в каком виде она там находится.

История воды в ходе возникновения и эволюции Солнечной системы — область предположений и споров. Согласно наиболее популярной гипотезе, первичная вода в протопланетном облаке главным образом сконцентрировалась на периферии. Между орбитами Марса и Юпитера проходит снеговая линия Солнечной системы: во время формирования планетной системы за этой линией скопились водород и другие летучие элементы, из которых образовались планеты-гиганты. В их составе преобладают легкие вещества, в том числе и вода. Ее обнаружили на всех планетах юпитерианской группы и на большей части их спутников.

Исходное вещество планет земной группы было практически иссушено солнечным излучением. Воду на них принесли уже после образования Солнечной системы ледяные тела комет, во множестве прибывавшие из-за снеговой линии под действием взаимных столкновений и притяжения Солнца. Наиболее интенсивная кометная бомбардировка, вероятно, происходила в интервале между 4,6 и 3,9 млрд. лет назад. О ней нам напоминают изрытые ударными кратерами древние участки поверхности Меркурия, Марса и Луны.

Из-за близости Меркурия к Солнцу температура его поверхности оказывается слишком высока, чтобы на ней сохранились летучие вещества. У Венеры в прошлом, по-видимому, были близкие к земным объемы воды, однако под воздействием солнечного ультрафиолетового облучения, а также разогрева атмосферы она испарилась и разрушилась. Напротив, на Земле создались практически идеальные условия для возникновения и сохранения жидкой гидросферы. Данные космических наблюдений Луны также свидетельствуют о возможных залежах водяного льда на дне вечно затененных полярных кратеров. Лед мог накопиться там после многократных столкновений Луны с кометами, когда при их испарении возникла кратковременная атмосфера из водяного пара. Из-за малой массы Луна не могла удерживать ее, но на дне вечно затененных кратеров температура не превышает 50—100К; водяной пар частично должен осаждаться в таких холодных ловушках.

Марс, как наиболее удаленная планета земной группы — он расположен близко к снеговой линии, — мог бы захватить наибольшее количество воды, но сумел ли он сохранить свои водные запасы к настоящему моменту? И как велики эти запасы? Современные исследования Красной планеты позволили вплотную подойти к ответу на этот вопрос, а он имеет особое значение для построения модели природной среды на современном Марсе, для поисков внеземной жизни, для понимания законов ее возникновения и развития и, наконец, для построения стратегии освоения Марса человеком. Как оказалось, вода на Марсе есть буквально везде — пар в атмосфере, лед на полюсах, вечная мерзлота в глубинах планеты.

Водяной пар и лед на Марсе

Свойства марсианской атмосферы стали интенсивно изучать после запуска межпланетных космических аппаратов в начале 70-х годов. Первые оценки содержания водяного пара в атмосфере получили В.И.Мороз и А.Э.Наджип на



ЦИКЛ ВОДЫ

основе измерений с борта советских аппаратов «Марс-3» и «Марс-5», а также Рудольф Ханел и Варни Конрат на американском аппарате «Маринер-9». Орбитальные аппараты «Викингов» были оснащены приборами Крофтона и Фармера, которые позволили измерить содержание влаги в атмосфере по интенсивности линии поглощения воды в инфракрасном диапазоне. Оказалось, что воды в атмосфере Марса в 10 тысяч раз меньше, чем в атмосфере Земли. Это очень мало: если весь пар воды марсианской атмосферы размазать по поверхности планеты, то толщина возникшей пленки составит всего 15–20 микрон. Сам по себе такой факт не удивляет: на Марсе холодно (средняя температура поверхности -60°C), а атмосфера чрезвычайно разрежена — давление $6 \cdot 10^{-3}$ атм. Однако марсианская атмосфера суха не только абсолютно, но и относительно: оценки показывают, что на экваторе она могла бы содержать в 200 раз больше влаги. Вместе с тем, несмотря на столь низкое содержание воды в атмосфере Марса, на снимках планеты можно обнаружить водяные облака, низкие туманы и даже изморозь на поверхности.

Сейчас благодаря наблюдениям с борта космических аппаратов мы достаточно хорошо знаем характер пространственных и сезонных вариаций атмосферной влаги на Марсе. Наиболее интересная черта — сильное, в разы, увеличение концентрации водяного пара в начале лета над высокоширотными районами Северного полушария. Там относительная влажность может достигать до 100%, то есть вода атмосферы и лед на поверхности летом близки к равновесию между конденсацией и сублимацией. А над Южным полюсом ничего такого не происходит: над ним концентрация водяного пара летом возрастает всего в полтора раза. Причина — в строении полярных шапок Марса.

Атмосфера Марса практически полностью состоит из углекислого газа, поэтому сезонные полярные шапки — это зимний покров конденсата CO_2 толщиной до 2 м. Он выпадает примерно до 60° широты во время зимней полярной ночи, а весной и летом испаряется, обнажая поверхность и относительно небольшие постоянные полярные шапки (рис. 1). Из наблюдений известно, что постоянная шапка на севере состоит из льда воды. На юге полярная шапка также главным образом состоит из воды, но вследствие эллиптичности орбиты Марса южное лето короче, и на поверхности южной шапки частично сохраняется конденсат CO_2 .

Результаты измерений рельефа лазерным высотомером «MOLA», выполненных под руководством профессоров Дэвида Смита и Марии Зубер с борта аппарата НАСА «Марс глобал сервейер» в конце 90-х годов, позволили оценить объемы воды в постоянных полярных шапках. Центр постоянной северной полярной шапки примерно совпадает с полюсом, ее диаметр — около 800 км, толщина в центре — 3–4 км. А центр постоянной южной полярной шапки смещен относительно полюса примерно на 300 км, и при сравнимой толщине ее диаметр существенно меньше, всего около 300 км. Масса обеих полярных шапок соответствует слою воды толщиной 20–30 м в пересчете на всю поверхность планеты.

Как давно возникли шапки? Ответ на этот вопрос дает подсчет числа ударных кратеров на них. На постоянной северной полярной шапке крупные кратеры не обнаружены, значит, возраст ее поверхности по геологическим меркам чрезвычайно мал — не более 100 тысяч лет. На южной шапке обнаружено около 15 кратеров диаметром более 800 м. Это соответствует возрасту 7–17 миллионов лет. Такое различие в возрастах свидетельствует, что у поверхности южной полярной шапки обмен с атмосферой идет менее активно, чем у северной. Вероятно, причина в том, что постоянно присутствующий на поверхности слой твердого CO_2 изолирует водяной лед южной шапки. Напротив, на севере шапка и атмосфера интенсивно взаимодействуют: осенью атмосферная влага конденсируется, а весной и летом — сублимирует.

Потоки жидкой воды

Современная атмосфера Марса слишком холодна и разрежена, чтобы жидкая вода могла стабильно существовать на его поверхности. (Автор биологических экспериментов программы «Викинг» Дж. Левин, впрочем, предполагает, что на камнях в районе экватора могут существовать пленки жидкой воды, см. «Химию и жизнь», 1998, № 7. — *Примеч. ред.*) С другой стороны, рельеф Марса сохранил многочисленные следы потоков, существовавших продолжительное время. Вероятно, в прошлом, когда атмосферные условия сильно отличались от современных, жидкая вода могла играть важную роль в формировании поверхности планеты (см. «Химию и жизнь», 2005, № 6). Уже на первых изображениях, сделанных советской межпланетной станцией «Марс-5» и американскими аппаратами «Маринер», были обнаружены сухие русла рек и ветвящиеся системы долин и каньонов, образованных водными потоками. Однако основные результаты были получены в последние пятнадцать лет.

Гигантские марсианские каньоны не имеют аналогов на Земле, их размеры грандиозны: протяженность каньона Арес превышает 1000 км, ширина более 100 км, глубина более 500 м. Их, берущих начало в районах с хаотическим рельефом, вероятно, образовали громадные массы подземных вод, изливавшихся на поверхность. Предполагается, что к выбросам подземных вод, находившихся под давлением вечной мерзлоты, могли привести тектонические явления, плавление мерзлоты в результате магматической интрузии либо гидроразрывы панциря льдистой мерзлоты из-за превышения критического значения давления в резервуаре подземной воды.

Не менее интересны ветвящиеся системы флювиальных долин, похожие на земные речные системы. Они образованы относительно небольшими протоками с характерной шириной 1–10 км и глубиной 100–200 м и хорошо развитыми системами притоков (рис. 2). Масштабы таких систем на поверхности достигают сотен и тысяч километров. Большинство исследователей Марса сходятся во мнении, что палеоречные системы были образованы постоянно текущей водой, но остается нерешенным вопрос об ее источнике. Вода марсианских рек могла поступать из плотной атмосферы в виде осадков, либо, как и в случае с каньонами, в истоках речных систем могли происходить спорадические истечения подземных вод.

Естественно, что предположение о выпадении осадков в виде дождя и о длительном присутствии жидкой воды на поверхности ставит вопрос о существовании в прошлом на Марсе теплого и влажного климата — и о причинах его изменения на современный, холодный и сухой. Пока еще ранние стадии эволюции Марса изучены недостаточно хорошо, чтобы дать однозначный ответ на этот вопрос. И все же датировка флювиальных форм по числу кратеров на них позволя-

Ледяные щиты

ет предположить, что стационарные речные системы сформировались в древнейшую ноахидскую эпоху (4,6—3,9 млрд. лет назад), совпадающую по времени с интенсивной метеоритной и кометной бомбардировкой, которая могла вызвать повышение температур на планете. В эту древнейшую эпоху Северное полушарие Марса могло быть частично покрыто океаном, о чем свидетельствуют линии постоянной высоты поверхности, обнаруженные высотометром «MOLA». Джим Хэд интерпретировал их, как морские террасы. Когда в конце ноахидского периода бомбардировки ослабели, грунт промерз и на поверхности образовалась вечная мерзлота с высоким содержанием водяного льда. Эпизодические излияния подземных вод при разрывах верхнего слоя мерзлоты могли привести к образованию долин или каньонов. Марсианские каньоны проходят через поверхности с меньшим числом кратеров и датируются гесперийским периодом (3,9—1,5 млрд. лет назад), следующим за ноахидским.

Дополнительное свидетельство существования гидросферы на раннем Марсе — гематитовые отложения в районе равнины Меридиани. Это открытие было сделано с борта аппарата «Марс глобал сервейер» инфракрасным спектрометром «TES» под руководством профессора Филиппа Христенсена. Известно, что на Земле минерал гематит на основе Fe_2O_3 преимущественно образуется в водной среде. Для более детального изучения равнины Меридиани в 2004 году на ее поверхность был успешно посажен марсоход «Оппортьюнити». Изучение коренных пород приборами марсохода, которое провела группа исследователей под руководством профессора Стивена Сквайерса, показало: гематит находится в форме конкреций, похожих на ягоды голубики и вкрапленных в сульфатные отложения. Считается, что такие сульфатные отложения с вкраплениями гематита формировались при периодическом затоплении поверхности и образовании здесь мелководного бассейна. Эти затопления перемежались испарением и осаждением эвапоритов (например, тех же сульфатов).

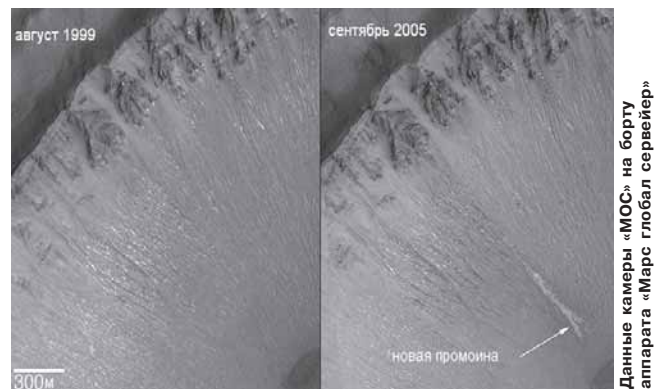
С начала самого позднего амазонийского (от 1,5 млрд. лет назад) периода климат Марса, вероятно, был близок к сегодняшнему: он меняется плавно и периодически по мере изменения наклона оси вращения планеты. Смог ли Марс сохранить громадные запасы воды древнейшей ноахидской эпохи, которая текла в его речных системах и заполняла океан в Северном полушарии? Или же современные полярные шапки остались единственным резервуаром воды на современной планете?

В 1999 году, по данным телевизионной камеры «МОС» с борта космического аппарата «Марс глобал сервейер», Майкл Малин впервые обнаружил тонкие промоины на крутых склонах кратеров, каньонов и русел. Эти промоины в нескольких случаях прорезают современные дюнные поля, то есть их возраст невелик, менее двух миллионов лет. Промоины обычно наблюдаются на стенках, обращенных в сторону полюсов, что похоже на следы таяния водяного снега, который мог накопиться на затененных склонах. Альтернативный механизм формирования промоин может быть связан с высачивающимися на склонах подмерзлотными или внутримерзлотными водами, не замерзающими из-за высокой солености (см. «Химию и жизнь», 2000, № 7).

В апреле 2005 года группа экспериментаторов, работавших с прибором «МОС», обобщила полученные результаты наблюдений и пришла к выводу, что Марс гидрологически активен и ныне. В частности, на повторном изображении склона одного из кратеров была обнаружена новая промоина, заполненная светлым материалом (предположительно льдом или соевыми отложениями), которой не было на снимке 1999 года (рис. 3). Следовательно, она образовалась между 1999 и 2005 годами. А значит, потоки воды могут стекать по склонам Марса и сейчас.

Обнаружение свежих промоин на Марсе возобновило дебаты о скрытых в его поверхности резервуарах воды. Теоретические расчеты тепловых условий на поверхности показали, что на широтах выше 40° в обоих полушариях возможно существование грунтового льда на глубинах начиная от нескольких сантиметров. Впервые проверить гипотезу о наличии в грунте Марса водяного льда удалось на основе измерений нейтронного и гамма-излучения Марса с борта американского космического аппарата «Марс Одиссей», который был выведен на орбиту вокруг Марса в октябре 2001 года. На его борту большая международная группа ученых под руководством профессора В.Бойнтон установила комплекс научной аппаратуры «ГРС», который включает германиевый гамма-спектрометр (университет штата Аризона), нейтронный спектрометр (Национальная лаборатория в Лос-Аламосе), а также российский прибор «ХЕНД», созданный в Институте космических исследований РАН под руководством одного из авторов этой статьи (И.Г.М.) по заказу Федерального космического агентства. Установка российского прибора «ХЕНД» на борт американского космического аппарата «Марс Одиссей» была предусмотрена межправительственным Исполнительным соглашением между НАСА и Федеральным космическим агентством России.

Применение ядерных методов для исследования состава поверхности Марса связано с тем, что галактические космические лучи свободно проникают через его тонкую атмосферу и взаимодействуют со слоем грунта толщиной 1—2 м. На Земле же галактические лучи не способны достигать поверхности из-за плотной атмосферы. В результате взаимодействия возникают вторичные нейтроны и гамма-лучи. Данные о потоке вторичных нейтронов и позволяют оценить количество воды в грунте — чем больше воды, тем меньше от него поток надтепловых (двигающихся с относительно небольшой скоростью) нейтронов. Дело в том, что тяжелые ядра слабо замедляют нейтроны (так же, как теннисный мячик практи-



3

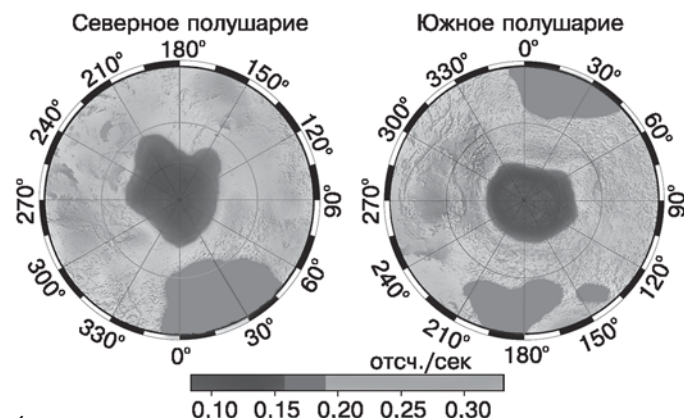
Два снимка, показывающие появление новой промоины, заполненной светлыми отложениями, — она возникла между августом 1999 и сентябрем 2005 г.

чески с исходной скоростью отскакивает от баскетбольного мяча). Поэтому поток надтепловых нейтронов от сухого грунта относительно велик. Максимальный эффект замедления достигается при столкновении нейтронов с ядрами водорода — протонами (которые в марсианском реголите связаны в основном с молекулами воды H_2O или ионами гидроксидов OH^-). Подобным же образом теннисный мяч максимально замедляется при ударе о другой теннисный мяч. Поэтому нейтроны в грунте с высоким содержанием воды замедляются гораздо эффективнее, и поток надтепловых нейтронов от влажного грунта относительно уменьшается.

Измерения с орбиты прибором «ХЕНД» показали большие вариации потока нейтронов над разными участками поверх-



ности Марса. Первое, что бросается в глаза, — это огромные области с низким потоком нейтронов на широтах выше 60° в Северном и Южном полушариях (рис. 4). Обработка данных нейтронных измерений показала, что грунт в этих районах содержит более 30 масс. % водяного льда. Северная полярная шапка характеризуется минимальным для всей планеты потоком нейтронов, и содержание водяного льда в ней, видимо, превышает 50 масс. %. Южная полярная шапка, в отличие от северной, по потоку нейтронов не слишком существенно отличается от окружающих мерзлых отложений, что не противоречит предположению о ее двухслойном строении — южный водяной лед даже в летнее время остается частично покрыт тонким слоем углекислотного снега.



4
Карта потока нейтронов на орбите космического аппарата «Марс Одиссей» по данным российского прибора «ХЕНД». Темным отмечены области с богатым водой грунтом

Весьма неожиданным результатом нейтронного картографирования Марса оказалась находка двух обширных районов с пониженным потоком нейтронов в районе экватора: области Аравия (50° – 350° в. д.) и Мемнония (180° – 210° в. д.) (рис. 4). По данным прибора «ХЕНД», содержание воды в грунте этих районов может достигать 16% по массе. Причина столь высокого содержания воды остается непонятной: либо это связано с наличием большой доли гидратированных минералов, либо необходимо предположить постоянную подпитку недр водой из атмосферы, или же в этих районах на глубине нескольких десятков сантиметров находится реликтовая льдосодержащая мерзлота. Если в Аравии и Мемнонии будет доказано наличие водяного льда, эти две экваториальные области станут наиболее интересными местами для проведения детальных исследований, в том числе с целью поиска следов внеземной жизни.

Толщина марсианских ледяных щитов

В декабре 2003 года на орбиту вокруг Марса был выведен аппарат Европейского космического агентства «Марс экспресс», на борту которого установлен радар «MARSIS» (руководители — профессора Джованни Пикарди (Италия) и Джеффри Плаут (США)). Он работает в частотном диапазоне 1,3–5,5 МГц. Когда радиоволны под поверхностью Марса проходят границу двух слоев с различной диэлектрической проницаемостью — возникает сильный отраженный сигнал. По времени задержки и амплитуде принимаемого радаром отраженного сигнала устанавливаются глубина и свойства границы. Эта стандартная методика применяется для изучения толщины ледников на Земле, а теперь с ее помощью исследовали структуру мерзлоты в высоких широтах Марса.

Оказалось, что в обоих полушариях постоянные шапки Марса окружены так называемыми полярными слоистыми отложениями: перемежающиеся слои льда и пыли либо слои льда с различным содержанием пылевой примеси. Считает-

ся, что полярные слоистые отложения — это следствие циклических изменений климата, вызванных изменением угла наклона и колебаниями параметров орбиты Марса.

Данные радионаблюдений показали, что льдистые слоистые отложения простираются как минимум до глубины 1,8 км на севере и до 3,7 км на юге, причем нижняя граница мерзлоты вглубь не зафиксирована. Отраженные радиоволны претерпевали минимальное затухание на предельных глубинах, указывая на близкий к чистому льду состав слоистых отложений. Из оценок следует, что одни южные слоистые отложения содержат достаточно воды, чтобы покрыть всю поверхность Марса слоем примерно в 11 м. Таким образом, только измеренное количество воды в районах льдосодержащей вечной мерзлоты на Марсе оказалось сравнимо с той массой льда, которая содержится в постоянных полярных шапках. Можно предположить, что на самом деле водяного льда в грунте гораздо больше, то есть льдистая вечная мерзлота представляет собой основной запас воды современного Марса.

Следующий этап — гидрологическая разведка Марса

Дальнейшее исследование воды на Марсе будет играть ключевую роль не только для понимания его происхождения, климата, геологии или для астробиологических исследований. Многие вопросы гидрологической разведки Марса должны быть решены до того, как на эту планету ступит нога человека. Ведь вода — важнейший технологический ресурс освоения: это источник кислорода, энергии, ракетного топлива, и незаменимая часть среды обитания человека. Будущую базу можно расположить в районе постоянной полярной шапки и использовать воду ее ледника. Однако экстремальный холод, продолжительная полярная ночь, сильные ветры и выпадение снега из CO_2 сделают условия ее функционирования не самыми благоприятными. Гораздо лучше расположить базу на экваторе, где температуры не сильно отличаются от температур в полярных районах Земли. На Марсе будет проведена разведка грунтовых отложений льда воды в экваториальных областях с низким нейтронным потоком от поверхности. Также будут искать резервуары подмерзлотной воды на склонах кратеров и каньонов.

Обсуждение возможности существования примитивной жизни на Марсе лежит за пределами темы данной статьи. Но можно с уверенностью сказать, что глубинные подмерзлотные воды, богатые газами вследствие тектонической активности и бронирующего влияния мерзлоты, представляют собой наиболее перспективную среду для поисков примитивной жизни на Красной планете. Подобные «геотермальные оазисы» могут возникать внутри криосферы, если Марс не утратил полностью вулканическую активность, и магматические расплавы местами периодически проплавливают мерзлоту. Существование практически изолированных экосистем на дне земных океанов в районах «подводных курильщиков» вселяет надежду на обнаружение похожих экосистем в недрах Марса.



МЕДИЦИНА

Клеточная терапия туберкулеза

У больных устойчивыми формами туберкулеза, чья болезнь не поддается лечению, появилась надежда. Специалисты Центрального НИИ туберкулеза РАМН и Медицинского радиологического научного центра РАМН уже три года разрабатывают метод лечения устойчивых форм туберкулеза легких. Этот метод, помимо традиционной комплексной терапии, включает внутривенное введение пациенту стволовых клеток, выделенных из его собственного костного мозга (мезенхимальных стволовых клеток). Клинические наблюдения показали, что таким образом у практически неизлечимых больных можно остановить туберкулезный процесс и существенно улучшить самочувствие (konopl@mrrc.obninsk.ru, konopl@obninsk.ru).

Исследователи наблюдают за 27 больными с устойчивыми формами туберкулеза легких. Возбудители этих форм болезни устойчивы к большинству противотуберкулезных препаратов, в том числе к наиболее активным. По существу, эти пациенты чувствуют себя так же, как больные чахоткой в XIX веке. Их легкие постепенно распадаются, а сами они представляют постоянную опасность для окружающих, потому что выделяют микобактерии – возбудители туберкулеза. Восстановить поврежденные легочные

ткани и повысить сопротивляемость больных к инфекции могут стволовые клетки костного мозга (мезенхимальные). Они способны превращаться в клетки костной, хрящевой, жировой и некоторых других тканей, в том числе в клетки здорового дыхательного эпителия.

Чтобы получить стволовые клетки, пациенту делали пункцию грудины или подвздошной кости. Полученные клетки костного мозга культивировали и в процессе культивирования выделяли и размножали мезенхимальные стволовые клетки. Для трансплантации необходимо 150–200 миллионов клеток, которые вводили пациенту внутривенно. В большинстве случаев эта процедура не вызвала осложнений, а неприятные ощущения (небольшая температура, ломота, разбитость) если и были, то проходили на следующий день. За 16 пациентами ученые наблюдают полтора-два года, а за 11 – не менее полугода. В первые пять месяцев все пациенты чувствовали себя лучше: уменьшалась одышка, почти проходили слабость и недомогание. 24 пациента значительно прибавили в весе и отмечали прилив сил и энергии. У больных значительно улучшились показатели крови.

20 больных через три-четыре месяца после трансплантации перестали выделять микобактерии, а это означает, что активный процесс в легких прекратился. По данным рентгенотомографического исследования, у 11 пациентов зажили застарелые каверны в легочной ткани; у одной из пациенток закрылись каверны в обоих легких, которые были у нее более двух лет. У 15 рассосались воспалительные изменения в легких, частично закрылись или уменьшились в размерах полости распада.

В настоящее время у 9 из 16 пациентов, которым ввели стволовые клетки полтора-два года назад, специалисты наблюдают стойкую ремиссию туберкулезного процесса с рассасыванием воспалительных и исчезновением деструктивных изменений в легких, у 6 – существенную положительную динамику. Только в одном случае эффект трансплантации мезенхимальных стволовых клеток привел лишь к не продолжительному улучшению. Больные, которым пересадку клеток сделали несколько месяцев назад, продолжают лечение, об эффективности которого можно будет судить спустя год-полтора.

Хотя механизмы действия стволовых клеток еще не вполне ясны, результаты обнадеживают и позволяют рассчитывать на новые перспективы в лечении устойчивых форм туберкулеза.

ГЕРОНТОЛОГИЯ



Борьба со старостью – борьба за мозговой кровоток

Многие проблемы старения можно решить, если улучшить мозговой кровоток. Специалисты Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН при участии коллег из Института цитологии и генетики СО РАН придумали, как нейтрализовать возрастные изменения мозга и улучшить его функциональное состояние. Для этого ученые предлагают использовать антиоксидант гистохром, который улучшает мозговое кровообращение (agafonova@piboc.dvo.ru).

У пожилых людей нередко возникают проблемы с памятью и вообще с сохранением интеллекта. Одна из причин этих нарушений – недостаточное кровоснабжение мозга. С возрастом сужаются сосуды, питающие головной мозг. Сосудистую систему можно привести в норму с помощью антиоксиданта гистохрома. Этот препарат создан в Тихоокеанском институте биоорганической химии ДВО РАН, и его уже несколько лет успешно применяют в офтальмологии и кардиологии.

Чтобы проверить, как гистохром влияет на кровоснабжение мозга, ученые работали с уникальной линией усердно стареющих крыс OXYS, выведенной в Институте цитологии и генетики СО РАН. Максимальная продолжительность их жизни на 28% меньше, чем у обычных лабораторных крыс. Уже в три месяца крысы OXYS приобретают изрядный набор стар-





ческих расстройств, в том числе для них характерны повышенная тревожность, нарушения ассоциативного обучения и сниженная поисково-исследовательская активность.

Подопытные крысы получили по два курса инъекций гистохрома с интервалом в два месяца. Перед началом лечения и после каждого курса ученые тестировали поведение животных и методом магнитно-резонансной томографии исследовали состояние мозговых сосудов. Развитие микрососудов мозга у крыс OXYS отстает от роста мозговой ткани, поэтому они страдают от хронической ишемии. Но уже первый курс инъекций гистохрома увеличил диаметр крысиных мозговых артерий. Кстати, на мозговые сосуды обычных лабораторных крыс гистохром действует гораздо слабее: он расширяет не все артерии, да и то лишь после второго курса.

Улучшение мозгового кровообращения не замедлило сказаться на поведении крыс. Его исследовали в тесте «открытое поле», то есть в ярко освещенной квадратной камере с пластмассовыми стенками. Ученые наблюдали, как скоро крыса выйдет из своего угла в центр «поля» и насколько активно будет бегать, становиться на задние лапки и залезать в круглые отверстия-норки. У обычных крыс исследовательская активность снижалась после каждого курса инъекций, и дело тут не в гистохроме, а в том, что знакомая камера вызывает все меньший интерес. У крыс OXYS исследовательская активность со временем только росла. Уже после первого курса инъекций они заметно быстрее приступали к осмотру камеры, активнее по ней бегали, обследовали почти в два раза больше отверстий и чаще становились на задние лапки.

Под действием гистохрома крысы OXYS стали менее тревожными, а обычные крысы – более беспокойными. Корреляционный анализ подтвердил, что активизация поисково-исследовательской активности крыс, страдающих хронической ишемией головного мозга, и снижение их тревожности имеют один и тот же механизм. Это связано с изменением диаметра мозговых артерий и способностью гистохрома влиять на мозговой кровоток. У обычных животных такой связи нет. Очевидно, гистохром исправляет только то, что действительно нуждается в исправлении, а это свойство настоящего лекарства.

ФИЗИОЛОГИЯ

«Морская болезнь» у рыб

Оказывается, у рыб тоже бывает морская болезнь. Им становится плохо во время шторма в поверхностном слое воды или когда аквариум качают. Именно такое исследование провели российские физиологи из Института эволюционной физиологии и биохимии имени И.М.Сеченова РАН (Санкт-Петербург). Они описали три типовые реакции рыб на качку и выяснили, что вестибулярный аппарат участвует в ориентации рыб в толще воды – а раньше считалось, что за нее отвечают органы боковой линии, зрение и осязание (vgov@mailbox.alkor.ru).

Питерские физиологи выяснили, что рыб укачивает точно так же, как и людей в транспорте, и впервые доказали, что реореакцию – ориентацию головой против потока воды – поддерживает не только боковая линия, зрение и осязание, но и вестибулярный аппарат, что прежде вызывало сомнения. Это значит, что рыбы – удобный объект для экспериментов с механизмами болезни движения (морской болезни).

Ученые наблюдали, как ведут себя мальки форели, когда их укачивает. Чтобы вызвать у рыб болезнь движения, аквариумы с подопытной молодежью устанавливали на специальные качели, сконструированные таким образом, чтобы их колебания (с частотой 0,2 Гц) были плавными, без тряски, а также на устройство, действующее по принципу колеса обозрения и вращающееся с частотой 15 оборотов в минуту. Каждый аквариум снабдили видеокамерой и снимали по несколько кадров в секунду. Для успеха эксперимента вода в аквариумах должна быть неподвижна, ведь органы боковой линии реагируют на течение. Поэтому исследователи наполнили их до краев и плотно закрыли, чтобы там не было свободного воздуха и вода не плескалась. Перед тем как включить установку, рыбам в аквариумах давали полчасика на адаптацию и кормили. Затем в течение двух часов рыб укачивали, а для сравнения точно такие же аквариумы оставили неподвижными. После того как опыты завершились, отснятый материал обработали на компьютере

и по снимкам рассчитали траекторию и скорость, с которой рыбы плавали.

Вяснилось, что мальки форели по-разному реагировали на укачивание. Одни сновали от стенки к стенке, не касаясь их, в такт качелям, другие двигались медленнее обычного, третьи вели себя беспокойно, без каких-либо закономерностей в поведении. На вращающейся установке исследователям не удалось получить результатов, которые свидетельствовали бы о том, что рыб укачало.

Как предполагают физиологи, поведение мальков в качающихся аквариумах демонстрирует, что именно вестибулярный аппарат, отолиты, а не только зрение, осязание и боковая линия, как считалось до сих пор, регулируют реореакцию и ориентацию рыб в пространстве – ведь течения в воде не было, а стенок они не касались. Такой тип реореакции они назвали отолитотропной. То, что рыбы реагировали на качку по-разному, специалисты объясняют индивидуальными отличиями в строении отолитового аппарата и собирают



это проверить в ближайшее время. Не исключено, что тип реакции зависит от соотношения силы воздействия и массы отолитов (у рыб это – цельный камешек, а не множество мельчайших кристаллов, как у млекопитающих).

Проблема укачивания – одна из тех, что еще не решена в физиологии. Пока точно не известно, почему, например, медленные качания с частотой 0,2–0,4 Гц вызывают рвоту, а быстрые – нет. Отчасти пробелы в наших знаниях объясняются тем, что на высших позвоночных невозможно поставить опыты, необходимые для проверки разных гипотез. В то же время рыбы для этого подходят наилучшим образом и, как выяснилось, тоже подвержены морской болезни. На самом деле еще в прошлом веке зарубежные исследователи наблюдали, как рыб, которых перевозили на корабле, тошнило при качке.

Эволюция топлива

Кандидат технических наук

В.Г.Некрасов,

инженер

А.Ф.Макаров

— Откуда дровишки?

— Из лесу, вестимо...

Н.А.Некрасов

Олимпийские боги считали людей недостойными владеть огнем. Его принес людям титан Прометей, похитивший огонь у богов. Титану потом пришлось не сладко, а люди нашли множество применений огню, и не только на благо себе. С одной стороны, огонь — это приготовление пищи, обогрев жилища и защита от диких зверей, а с другой — сожжение еретиков, огнестрельное оружие и, в конце концов, парниковый эффект: ведь чрезмерные выбросы углекислого газа — тоже следствие горения.

Однако химическому огню нужны химические реагенты: горючие вещества и окислители. За миллион лет, прошедших со времени дара Прометея, люди испробовали на эту роль множество веществ. Попробуем проследить историю горючего и пофантазировать на тему топлива будущего.

Древесный огонь

Огонь — это низкотемпературная плазма, которая образуется в реакциях окисления горючих веществ кислородом воздуха с выделением энергии, достаточной для нагрева до температуры свыше 500°C — при этой температуре продукты реакций уже могут светиться, то есть излучать энергию в видимом нашими глазами спектре частот. Первым носителем огня, оказавшимся в руках человека, была древесина. Она представляет собой в основном углеводы — твердые органические вещества, которые, как известно, синтезируют сами растения, главным образом из воды, солнечного света и углекислого газа воздуха. При этом в атмосферу выделяется побочный продукт — кислород. Во время горения древесины в кислороде воздуха углерод и водород образуют оксиды — H_2O и CO_2 , то есть дерево распадается на исходную воду и углекислоту, выделяя при этом поглощенную энергию солнечных лучей в виде тепла огня.

По этой причине невидимости и бесплатности окружающего воздуха человек долго не задумывался, что горение возможно только на основе сочетаний необходимых компонентов: «горючее+окислитель», иначе говоря, топливных пар или топлива. По определению Д.И.Менделеева, «топливом называется горючее вещество, умышленно сжигаемое для получения тепла». По поводу этого термина следует сказать, что топливо как носитель энергии — это комбинация горючего материала и окислителя в необходимой пропорции, обеспечивающей полное сгорание горючей части. Поэтому называть бензин или керосин топливом не совсем верно, эти вещества превращаются в топливо только после смешения с необходимым количеством воздуха, например, в камерах сгорания дизельных двигателей. Но термин «топливо» стал привычным. Термин же «горючее» употребляют в словосочетаниях типа «горюче-смазочные материалы», хотя он более точно определяет предмет.



Однако вернемся к освоению человеком новых видов топлива. Через некоторое время после получения подарка от Прометея люди узнали, что есть ископаемые вещества, которые могут гореть не хуже, чем дрова. Началась разработка месторождений угля и торфа. На первый взгляд кажется, что нет большой разницы в использовании дров и, например, угля. На самом же деле, начав добычу угля, человечество перешло от использования возобновляемых источников энергии к ископаемым источникам, которые создавались силами природы на протяжении геологических эпох.

XIX век стал веком паровых машин. Воду в паровых котлах нагревало тепло от реакций сгорания на воздухе угля, дров, торфа, то есть привычных для того времени горючих материалов. Несколько позже появились технологии обогащения угля, производство торфяных брикетов. Это был шаг вперед — человек стал готовить горючее, увеличивая эффективность его сжигания. А потом наступило время нефти. Сначала ее жгли в сыром виде, против чего выступал великий Д.И.Менделеев: «Как драгоценное и редкое в мире топливо, нефть рационально применять лишь в особо исключительных случаях».

Быстрый огонь

Уже в историческое время, предположительно в X—XIII веках, появился вид топлива, который не был связан со сжиганием органических веществ. Речь идет о дымном порохе — тонко измельченных и смешанных порошках калиевой селитры, древесного угля и серы. Из-за черного цвета угля порох называли черным. А дымный он потому, что половина массы продуктов его сгорания выделяется в виде облака дыма из мелких частиц солей калия. Сначала китайцы использовали порох для развлечений, но потом оказалось, что с его помощью можно не только запускать фейерверки: началась эра огнестрельно-



люлозы, в отличие от дымного, разлагался на газообразные продукты без твердых остатков — без дыма. В результате сила этого пороха в три-четыре раза больше. Подобные пороха и их компоненты позже станут применять в качестве топлива для ракет. Вещество типа пороха, которое в своем составе содержит и горючий компонент, и окислитель, а за счет быстрого газообразования способно совершать работу, получило название унитарного топлива, или монотоплива.

Нефтяной огонь

Промышленность конца XIX — начала XX века шла своим, независимым от изобретения динамита путем. Паровые машины были громоздки, а нарождавшемуся капитализму требовались компактные источники энергии. И такой источник был создан на основе принципов, предложенных учеными XVII века и с учетом достижений паровой техники XVIII—XIX веков — двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Поскольку требовалось дозировать горючее и воздух согласно циклам двигателя, топливо сначала было газообразным — генераторный газ, смесь монооксида углерода (CO) и водорода (H₂), получаемые газификацией дерева или угля. Из-за громоздких газогенераторов ДВС были стационарными, но в начале XX века они стали вполне компактными, а автомобили с бортовыми газогенераторами ездили по дорогам вплоть до 50–60-х годов.

Успехи в использовании генераторного газа стимулировали развитие ДВС на жидком топливе, в первую очередь на керосине, который в XIX веке производили в большом количестве для керосиновых ламп. В конце XIX века появились первые поршневые ДВС с самовоспламенением от сжатого воздуха, разработанные Рудольфом Дизелем. Топливная смесь в них получается непосредственно в цилиндрах двигателя. Известно, что Рудольф Дизель вначале пытался создать двигатель высокого сжатия на угольной пыли. Это ему не удалось, и он перешел на керосин — на нем и заработал первый дизельный двигатель.

Бензин, пары которого взрывоопасны, считался не особенно полезным продуктом перегонки нефти; его применяли в качестве растворителя и средства для чистки одежды. Большую часть бензина попросту выливали как опасный отход. Однако более технологичные свойства бензина, такие, как меньшая температура испарения и меньшая вязкость, стимулировали его применение в качестве горючего компонента для ДВС. В 1893 году немецкий конструктор Вильгельм Майбах и венгерский ученый Донат Банки практически одновременно разработали карбюратор, в котором создавалась смесь бензина и воздуха, необходимая для работы двигателя.

Крупным владельцем нефтяных промыслов в районе Баку, нескольких нефтеперегонных заводов, а также поставщиком нефти и керосина в Центральную Россию был Эммануэль Нобель — брат Альфреда Нобеля, изобретателя и пропагандиста динамита. «Русский» Нобель внес большой вклад в развитие дизелестроения в России: он купил патент у Дизеля и дал задание конструкторскому бюро на принадлежащем ему Путиловском заводе в Санкт-Петербурге не просто скопировать двигатель, а разработать новый, который работал бы на сырой нефти. Такой двигатель был сконструиро-

го оружия — пушек, кулеврин, пищалей, мушкетов и прочего.

Способность маленьких зарядов быстро превращаться в большое количество расширяющихся газов натолкнуло на мысль создать механическую машину. Взяв за основу пушку, выталкивающую ядро на большое расстояние, инженеры XVII века попытались создать «пороховую машину». Это были Торнтон (1659), Готфейль (1678), Гюйгенс (1680), Папен (1688). К сожалению, их опыты не дали результата: отсутствовали необходимые технические средства и еще не были известны свойства газов и термодинамика процессов. Но идея машины для получения механической энергии за счет периодического сгорания зарядов топлива-пороха в замкнутом объеме, а также главный принцип этой машины — цилиндр и поршень — оказались плодотворными. Их употребили через 150–200 лет в двигателе внутреннего сгорания.

Господство дымного пороха продолжалось долгие пять веков, пока развитие химии в XIX веке не привело к появлению более совершенных его аналогов, причем весьма разнообразных. Вообще говоря, взрывчатые вещества (ВВ) — это индивидуальные соединения или смеси, которые, подобно дымному пороху, содержат «встроенный» окислитель для горючих компонентов. При инициировании реакции (искрой, трением, нагреванием, детонацией) в массе ВВ идут быстрые реакции с образованием газов и тепла. По скорости реакции различают взрывчатые вещества, способные детонировать в сверхзвуковом режиме (бризантные ВВ) и способные к тому или иному режиму дозвукового горения (метательные ВВ или пороха). С изобретением и распространением детонирующих ВВ нового типа — динамитов — связано имя Альфреда Нобеля. Новые ВВ быстро нашли свое применение в военном деле. В Первой мировой войне уже широко использовали бризантные ВВ — пикриновую кислоту, тротил, гремучую ртуть и т.д.

Бездымный пироксилиновый порох на основе нитратов цел-

ван. После этого Эммануэль Нобель обратился к владельцам русских заводов с предложением производить дизельные двигатели и даже передал Коломенскому заводу документацию и все поступившие к нему заказы.

Поначалу жидкого топлива для двигателей не хватало из-за слабого развития нефтедобычи и нефтепереработки, а в некоторых странах и полного отсутствия нефти. Это стимулировало поиски методов синтеза жидкого топлива из твердых его видов, в основном угля, по технологии Фишера—Тропша (см. «Химию и жизнь», 2007, № 8). Однако нефтедобыча и нефтепереработка развивались быстро и уже в 30-х годах вполне обеспечивали потребности в бензине и дизельном топливе. Сейчас транспорт — автомобильный, речной, морской, авиационный, большая часть железнодорожного — потребляет практически всю продукцию переработки нефти; в химической промышленности используют только 10% от ее добычи — совершенно позабыв всем известные слова Менделеева о топке печей ассигнациями. Синтетическое топливо из угля сегодня производят только на трех заводах в ЮАР, обеспечивая транспорт в стране. Эти заводы появились как следствие запрета на поставки нефти в страну в связи с международными санкциями периода апартеида. Апартеид ушел в прошлое, а заводы по синтезу жидкого топлива работают.

Топливо для ракеты

В ракетной технике, где главное — максимальное энерговыделение и газообразование при минимальном весе двигателя и запаса топлива, с середины XX века применяют двухкомпонентное жидкое топливо — его компоненты хранят в двух разных баках ракеты. Горючим компонентом обычно служат керосин, жидкий водород или метан, а окислителем — сжиженный кислород. Впрочем, кислород удобно хранить в виде соединений азота: тетраоксида N_2O_4 , азотной кислоты HNO_3 и их морозостойких растворов. При нагреве они распадаются, выделяя кислород, который и обеспечивает сгорание углеводородного горючего. Синтетические азотные соединения входят и в состав горючего, например несимметричный диметилгидразин $(CH_3)_2NNH_2$ и его морозоустойчивая смесь с гидразином N_2H_4 . К сожалению, компоненты ракетных типов весьма ядовиты и пожароопасны, и для техники общего назначения их не применяют.

С 60-х годов XX века для стратегических ракет стали применять двигатели твердого топлива. Твердое ракетное топливо — это пороховая смесь, состав которой подобран так, чтобы двигатель мог развить необходимую мощность. Хотя первые ракеты появились уже на заре изобретения дымного пороха, только в XX веке были созданы твердые топлива высокой эффективности, горючим для которых служат богатые связанным водородом высококалорийные горючие вещества, а также легкие металлы (магний, бериллий, алюминий) и их гидриды. Понятно, что точный состав ракетных твердых топлив в большинстве случаев засекречен...

Альтернативы нефти

В связи с дефицитом нефти и ростом ее стоимости человечество ищет заменители нефтяных топлив. Так уже было в истории: фашистская Германия, ограниченная в поставках нефти, искала пути перевода транспорта на «альтернативное топливо». В частности, в 30-е годы XX века немец Г.Вальтер впервые применил в качестве окислителя топлива для двигателей быстроходных подлодок перекись водорода: в ее кислороде сгорал спирт, а образующийся пар использовали для привода турбины и гребного винта. В 1942 году парогазовая субмарина Г.Вальтера развила рекордную скорость, превзойти которую смогли лишь атомоходы 60-х годов. Однако после перелома в ходе войны Германия не успела развернуть производство «неуловимых» подводных лодок Г.Вальтера.

Парогазовый двигатель для подлодки — очень интересное решение. Продукты сгорания более чем на 90% состоят из водяного пара, который конденсируют охлаждением забортной водой. Оставшуюся небольшую долю неконденсируемых газов (CO_2 , CO) при помощи компрессора также выталкивают в воду; затраты на удаление отработавших газов оказываются малы. Подобные системы сегодня применяют в тепловых двигателях морских торпед, работающих на керосине и перекиси водорода и запускаемых из подводного положения. Кроме Г.Вальтера, перекись водорода (а также топливную пару «жидкий кислород + спирт») использовал Вернер фон Браун в своих ракетах ФАУ-2.

Наиболее популярным заменителем бензина (см. «Химию и жизнь», 2007, № 1) ныне служит так называемый биэтанол, который получают сбраживанием кукурузы, сахарного тростника или пшеницы. Другой заменитель — биодизель: растительные масла в чистом виде или в виде метилового (этилового) эфира, более удовлетворяющего требованиям к дизельному топливу. В странах Европы биодизель в основном делают из рапса, а в тропических странах для этих целей используют пальмовое масло. И биэтанол, и биодизель сейчас производят миллионами тонн в год.

Однако при этом возникает конфликт «топливо или продукты питания», поскольку биотопливо делают из зерна, для выращивания которого нужны плодородные земли. Во всяком случае, по расчетам экспертов, реальный объем замещения нефтяного топлива биотопливом не превышает 10%.

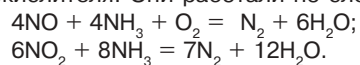
Многие специалисты утверждают, что наиболее перспективный вариант — это водород: его источник на Земле неограничен, а при сгорании образуются только пары воды (см. «Химию и жизнь», 2007, № 6). В настоящее время в США, Германии, Японии уже действуют единичные водородные заправки и есть целый парк водородных автомобилей, на которых проводится отработка эксплуатации. В России, например, существует проект водородно-атомной энергетики: строительство новых атомных электростанций, которые должны работать на производство водорода электролизом воды.

В освоении водорода как нового энергоносителя есть по крайней мере две проблемы. Первая — это хранение: никак не удастся создать компактный аккумулятор этого газа, пригодный для массового производства. Вторая проблема — высокая текучесть водорода и его склонность к образованию взрывчатой смеси с воздухом («гремучего газа»). Японская автомобильная промышленность, развивая водородный транспорт, уже столкнулась с ней: «Тойота» была вынуждена отозвать партию автомобилей в связи с утечками водорода.

Азотное топливо будущего?

На самом деле как биотопливо, так и водород представляют собой некий возврат к прошлому, то есть к сжиганию горючих веществ в атмосферном окислителе. Будущее же олицетворяют монотоплива, которые помогли выйти в космос. К сожалению, как уже было сказано, все используемые в оборонной и космической технике окислители токсичны и совершенно не пригодны для гражданской технологии.

Но так ли безнадежно это направление? Первые предпосылки в применении монотоплив в наземной и невоенной технике уже имеются. Например, в Ливерморском филиале Национальной лаборатории Сандиа (США, штат Калифорния) в последние годы XX века испытывали синтетические энергоносители, состоящие из аммиака (носитель водорода, то есть горючий компонент) и оксидов азота в качестве окислителя. Они работали по следующим реакциям:



Как видно, первый вариант энергоносителя на основе аммиака и монооксида азота требует кислорода воздуха. Во втором варианте с использованием аммиака и двуоксида азота

для полного окисления водорода воздух уже не нужен, то есть это типичный вариант двухкомпонентного безатмосферного топлива.

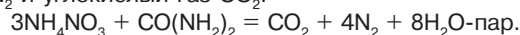
Вообще-то целью этих работ был поиск приемлемого варианта возобновляемого энергоносителя, не содержащего углерода. В опытах на свободнопоршневом варианте двигателя получены значения термического КПД от 40 до 50%. Впрочем, результатов промышленных испытаний в печати и Интернете не появлялось.

В начале XXI века российские исследователи в качестве компонентов безопасных монотоплив предложили взять некоторые крупнотоннажные продукты азотной промышленности в виде совместных растворов окислитель+горючее+вода. Окислителем служит аммиачная селитра (NH_4NO_3), а горючим — карбамид (мочевина $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$). Сегодня десятки миллионов тонн этих веществ заводы азотной отрасли промышленности производят в качестве удобрений.

Аммиачная селитра и карбамид образуют легкоплавкие смеси, хорошо растворимые в воде и спиртах, что увеличивает технологичность их использования. Более того, промышленность производит водный раствор смесей этих веществ, так называемый раствор КАС с содержанием воды 14–30%. Этот раствор непожароопасен, невзрывоопасен, нетоксичен. Но горячие концентрированные растворы вблизи стехиометрической пропорции (80% аммиачной селитры и 20% карбамида) при нагреве под давлением и в присутствии катализаторов реагируют примерно так, как пироксилиновый порох. Сегодня композиция из аммиачной селитры (окислитель) и дизельного топлива — солярового масла (горючий компонент) используется повсеместно в горной промышленности в качестве наиболее дешевого взрывчатого вещества. Химическая промышленность даже производит специально амселитру, хорошо пропитываемую соляровкой. Впервые предложение использовать амселитру и карбамид как компоненты синтетического топлива высказал и исследовал один из авторов статьи (А.Ф.М.) в порядке своей частной инициативы.

Как видно из формул аммиачной селитры и карбамида, в них содержатся водород, кислород, углерод и азот. Азот — связующий элемент в обоих веществах. При нагреве до 300°C связи элементов распадаются, водород окисляется кислородом до воды, также в небольшом количестве образуется углекислый газ — за счет окисления углерода. Азот, сыграв роль связующего элемента, выделяется в молекулярном виде. Связанного горючего водорода в такой топливной смеси содержится почти столько же, сколько в равном объеме жидкого водорода, но его хранение не требует ни высокого давления, ни сверхнизких температур. Кроме того, в этом же объеме находится кислород, необходимый для сгорания водорода. Часть энергии выделяется от сгорания углерода. Энергетический эффект реакции окисления водорода кислородом составляет 80–90% от общего энерговыделения. По этому признаку использование азотных соединений в качестве топлива можно считать разновидностью водородной энергетики.

Продукты реакций, которые происходят в азотном топливе, представляют собой водяной пар H_2O , молекулярный азот N_2 и углекислый газ CO_2 :



Как оказалось, окислительно-восстановительные реакции под давлением протекают в фазе сверхкритической воды, которая резко ускоряет процесс. При этом выделение «недоокисленных» продуктов оказывается весьма малым, в частности, выход угарного газа CO и оксидов азота NO_x обычно на 2–3 порядка меньше, чем в отработавших газах тех же бензиновых двигателей.

Выделение углекислого газа на единицу энергии при горении такого топлива существенно меньше, чем при использовании нефтяного топлива, так как в исходных веществах



содержание углерода мало, всего 4%. (В бензине же — 87%.) Следовательно, выход парниковых газов и влияние азотного топлива на изменение климата будут минимальны. Производство и использование азотного топлива полностью соответствуют природному циклу круговорота азота, поскольку его берут из воздуха, а не из шахты и возвращают туда же.

Если же посчитать прямую экономическую выгоду, то она окажется существенной: по сегодняшним мировым ценам стоимость единицы механической энергии на транспорте, произведенной азотным топливом, может обходиться в два-три раза дешевле, нежели энергия из светлых нефтепродуктов.

Сегодня водород для азотного синтеза добывают за счет конверсии природного газа. Хотя это непищевое сырье, но в то же время оно невозобновляемое. А как сопоставить эту технологию с производством биоэтанола и биодизеля, которые производят пусть из пищевого, но возобновляемого сырья? Можно решить и эту проблему.

Для синтеза азотного топлива необходимо зафиксировать атмосферный азот, превратив его в соединение с водородом (аммиак NH_3) и кислородом (оксиды азота NO_x). В настоящее время методы, основанные на использовании электрических процессов, позволяют получать водород (электролиз воды), мембранные технологии обеспечивают разделение воздуха на азот и кислород. Таким образом, появляется возможность синтеза аммиака из водорода и азота. Имеются также технологии «сжигания воздуха» для получения оксидов азота, преобразуемых далее в азотную кислоту, необходимую для производства аммиачной селитры. Поэтому если использовать электроэнергию, полученную на гидроэлектростанциях, ветровых электростанциях, крупных фотопреобразовательных установках, то есть на основе возобновляемых источников энергии, а в качестве источника диоксида углерода взять возобновляемое сырье (древесину или солому злаковых культур), то технология производства азотного топлива становится полностью возобновляемой. Более того, все процессы азотного синтеза, за исключением получения водорода, идут с выделением энергии, что позволяет ее утилизировать и сократить потребление электроэнергии от внешних источников.

Итак, альтернативное монотопливо для массового использования существует. Что нужно, чтобы от теории перейти к практике? Развивать азотную промышленность, в первую очередь на базе возобновляемых источников энергии, создавать отрасль синтеза азотных топлив, развивать двигателестроение для производства специализированных двигателей на азотном топливе. А в целом — осваивать азотную энергетику, так же, как человечество осваивало энергию древесины, падающей воды и ветра с древнейших времен, паровую технику (XVIII–XIX века), двигатели внутреннего сгорания (XIX век), ракетную технику и атомную энергию (XX век). XXI век может стать веком азото-водородной энергетики.



Топливо из воды и алюминия



НОУ-ХАУ

Рассуждения о новых видах топлива вести очень интересно, тем более что сейчас мы оказались фактически на топливном перекрестке: всем ясно, что от нефтепродуктов надо отказываться и переходить на что-то другое, менее вредное для людей и окружающей их среды, при этом возобновляемое. Поскольку нет единого мнения о том, что же будет главным энергоносителем в XXI веке, с этого перекрестка расходится несколько тропинок. Какую из них выбрать? Казалось бы, всем хорош водород, но вот как его хранить? А если получать на борту автомобиля, то из чего? Авторы предыдущей статьи считают, что из соединений азота. Похожий нетривиальный способ предлагает Джерри Вудалл, профессор из американского университета Пэрдью (США). По его мнению, в качестве источника водорода нужно взять воду. А разлагать ее с помощью алюминия. «Как же так, ведь любому старшечка-класснику известно, что алюминий с водой не взаимодействует, потому что его поверхность защищает чехол из прочнейшего оксида?» — спросит читатель. А дело тут в одной хитрости, о которой автор рассказал на Второй конференции по нанотехнологиям в энергетике, прошедшей в начале сентября 2007 года в калифорнийской Санта-Кларе.

История эта началась в 1967 году, когда Джерри Вудалл, будучи сотрудником компании «IBM», обнаружил, что если налить на жидкую смесь алюминия с галлием воду, то из нее самопроизвольно выделяется водород. Видимо, его опыты были связаны с быстрой закалкой сплавов — это направление стало бурно развиваться в конце 80-х годов XX века. Тогда металловеды открыли, что, быстро охладив расплав определенного состава, можно получить металлы с необычной — аморфной или квазикристаллической — структурой. А самая быстрая закалка получается именно в воде.

Как бы то ни было, тогда особого внимания на способность алюминия с галлием вытеснять водород из воды не обратили, сосредоточившись на свойствах полупроводников с галлием. Теперь же, когда разговоры о водородной энергетике стали общим местом не только на научных конференциях, но и



Профессор Джерри Вудалл

в повседневной жизни, возникло решение вернуться к давней находке.

Естественно, жидкий металл для генератора водорода не годится. Поэтому ученые попытались для начала получить алюминий-галиевый сплав в твердом виде. Это не очень легко сделать, потому что алюминий и галлий слишком сильно друг с другом различаются и при охлаждении предпочитают разбегаться в разные части слитка. Поэтому опять пришлось применять быстрое охлаждение каплей расплава. Поначалу хорошо получались застывшие капельки, на две трети состоявшие из галлия. Они отлично разлагали воду, но для коммерческого применения явно не годились — все-таки галлий редкий и дорогой металл. Однако мало-помалу содержание галлия удалось довести до приемлемых 20%.

Частицы этого состава вполне стабильны в сухом воздухе, а с водой реагируют вполне охотно. В результате процесса остается оксид алюминия и галлий. Их можно разделить, отправив первый в переработку, а второй — обратно в процесс. Это очень важно, поскольку галлий стоит дорого. В то же время для разложения воды не нужен сверхчистый галлий, применяемый в микроэлектронике. А грязный галлий гораздо дешевле.

Итак, согласно идее профессора Вудалла, в бак машины заливают воду, засыпают в контейнер алюминий-галиевый порошок, и можно отправляться в дорогу. А сколько надо воды и алюминия, чтобы проехать мало-мальское расстояние? Возьмем, например, автомо-

биль BMW «Hydrogen 7». Его двигатель внутреннего сгорания с одинаковой легкостью работает и на бензине, и на водороде. По состоянию на ноябрь 2006 года в его баке помещалось 8 кг водорода, на котором он мог проехать 200 км. Или, для ровного счета, 250 км на 10 кг водорода. При реакции на каждые два атома алюминия надо затратить три атома кислорода. При этом освободится шесть атомов водорода, а разложится три молекулы воды. Поскольку вес водорода составляет 1/9 часть веса воды, 10 кг водорода получится из 90 литров воды. А на ее разложение будет затрачено 90 кг алюминия. То есть в контейнер следует положить 108 кг алюминий-галиевого порошка. Не очень мало, но не чрезвычайно много. Потом надо алюминий-галиевый оксид переработать. По оценкам профессора Вудалла, сейчас переработка одного килограмма обходится в 0,44\$. То есть чтобы получившиеся за 250-километровую поездку 170 кг оксида превратить обратно в 90 кг чистого алюминия, надо затратить 39,6\$. Такая поездка обойдется в 990 нынешних рублей. Тот же автомобиль при работе на бензиновом двигателе расходует примерно 15 л бензина на 100 км пути, или 37,5 л на 250 км. При цене на бензин около 20 рублей за литр получается 750 рублей, что не так уж сильно отличается от алюминий-водяного автомобиля. А вот если бы на автомобиле стоял не двигатель внутреннего сгорания, а топливный элемент с КПД 50%, тогда те же 250 км обошлись бы в 14\$, или 350 рублей.

«Я не сомневаюсь, что уже в ближайшие три-четыре года на полях для гольфа появятся автомобили с алюминий-галиевыми генераторами водорода. В них надо будет заливать чистую воду, а на извлекаемом из нее водороде станут работать либо электрический двигатель, либо двигатель внутреннего сгорания. Что же касается более мощных автомобилей, то, поскольку они потребляют много топлива, нужно будет строить заводы по восстановлению алюминия», — говорит профессор Вудалл.

С. Мотыляев

XVIII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии



НАВСТРЕЧУ СЪЕЗДУ

Сто лет назад в России прошел первый Менделеевский съезд химиков, а в сентябре этого года состоится восемнадцатый.

Об истории Менделеевских съездов и предстоящем событии рассказывает заместитель председателя оргкомитета и главный ученый секретарь съезда академик Аслан Юсупович Цивадзе.

В январе 1907 года почти одновременно скончались Д.И.Менделеев и Н.А.Меншуткин. После этих утрат Русское физико-химическое общество решило созвать первый Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, посвященный памяти Д.И.Менделеева. Это отвечало требованиям развивающейся русской науки и промышленности, было необходимо для эффективного использования природных богатств. Первый Менделеевский съезд по общей и прикладной химии проходил в Петербурге с 22 по 30 декабря 1907 года. В его работе приняли участие более тысячи человек, а его председателем был избран Н.Н.Бекетов. Собравшиеся утвердили устав Менделеевских съездов и организовали постоянный комитет по их проведению, который первое время находился при Русском физико-химическом обществе, а затем при Академии наук СССР. Сейчас в организации этих мероприятий принимают участие Российская академия наук и Всесоюзное химическое общество имени Д.И.Менделеева.

Менделеевские съезды проводились в Москве, Ленинграде, Казани, Харькове, Киеве, Алма-Ате, Баку. Каждый из них имел свою направленность. Например, пятый съезд был посвящен памяти А.М.Бутлерова в связи со столетием со дня его рождения и проходил в Казани с 15 по 21 июня 1928 года. Девятый, состоявшийся в 1965 году в Киеве, был посвящен химизации сельского хозяйства, использованию достижений химии в производстве пищевых продуктов и лекарственных веществ.

Предстоящее событие посвящено 100-летию Менделеевских съездов и открывает серию научных мероприятий, приуроченных к празднованию в 2009 году 175-летия со дня рождения Д.И.Менделеева. Съезд пройдет с 23 по 28 сентября этого года в Москве, в главном здании Российской академии наук.

Менделеевские съезды, в отличие от международных конференций, посвящены не отдельным направлениям науки, а всем областям химии, химической технологии и промышленности. Мы обсудим интеграционные вопросы, новые приоритетные направления, развивающиеся

на основе пограничных проблем. В Москве соберутся крупные ученые, представители промышленности и сельского хозяйства, крупных зарубежных и российских компаний, связанных с производством химических продуктов и материалов.

Финансово-хозяйственное обслуживание съезда взял на себя Институт физической химии и электрохимии РАН. Возглавляет организационную группу института заместитель директора по научной работе, доктор химических наук В.Н.Андреев – ученый секретарь оргкомитета предстоящего съезда. Еще один ученый секретарь – профессор, доктор химических наук Н.Э.Нифантьев. Сопредседатели съезда – президент РАН, академик Ю.С.Осипов, мэр Москвы Ю.М.Лужков и министр образования и науки РФ А.А.Фурсенко. Президент съезда – академик О.М.Нефедов, заместитель председателя оргкомитета – академик П.Д.Саркисов.

С пленарными докладами выступают лауреаты Нобелевской премии Р.Р.Шрок (США), Ж.И.Алферов (Россия), Ж.М.Лен (Франция), президент Международного союза по теоретической и прикладной химии Б.Хенри (Канада), мэр Москвы профессор Ю.М.Лужков, ректор МГУ им. М.В.Ломоносова академик В.А.Садовничий, президент РХО им. Д.И.Менделеева П.Д.Саркисов, академики М.В.Алфимов, И.П.Белецкая, В.И.Минкин, В.Н.Пармон, Е.Н.Каблов, А.И.Мирошников, А.Ю.Цивадзе.

Впервые в истории менделеевских съездов особое внимание мы уделили молодежи, так как очень много заявок на участие прислали именно юные химики. Молодые ученые хотят принять участие в этом событии, поскольку там они смогут установить контакты с видными деятелями науки. На съезде соберутся самые выдающиеся ученые мира, с которыми юные химики стремятся пообщаться, чтобы приобрести знания и опыт, рассказать о своих достижениях. Для молодых ученых и аспирантов организационный комитет разработал специальную программу.

Адрес оргкомитета:

119991 Москва, Россия Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН Ленинский проспект, д. 31, корп. 4

Пресс-центр

Тел./факс: +7 (495) 939-26-66

e-mail: info@tc-studio.ru



Как Менделеев с английской королевой породнился

К 100-летию со дня смерти Дмитрия Ивановича Менделеева

Сто лет с нами нет Дмитрия Ивановича Менделеева, но он продолжает нас удивлять. Речь пойдет об открытии, которое было сделано несколько месяцев тому назад. Неожиданно обнаружилось, что Менделеева и королей Великобритании связывают не только официальные нити.

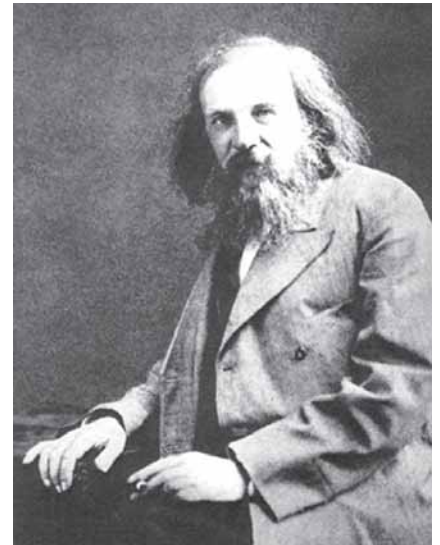
Сначала все же упомянем официальные. Его избрали в семь Королевских ученых обществ Великобритании: в 1886 году — в Дублинское (почетным членом), в 1888-м — в Эдинбургское, в 1889-м — в Ирландскую академию (почетным членом), в 1891-м — в Институт Великобритании (почетным членом), в 1892-м — в Лондонское (действительным членом), в 1899-м — в Общество Великобритании, в 1904-м — в Философское общество Глазго (почетным членом). Напомним, что все эти ученые общества — Королевские, то есть они были созданы по инициативе и под покровительством королей Великобритании. Поэтому короли (до 1901 года — Виктория I Александрина, а затем — Эдуард VII) почти наверняка знали о Менделееве.

Однако о неофициальных, родственных связях ни короли, ни сам Менделеев наверняка не подозревали. Хотя ученый и бывал много раз в Лондоне, и, вероятно, неоднократно любовался величественным Букингемским дворцом, резиденцией королей, он не мог даже предположить, что там находятся его будущие родственники. «Будущие», потому что он стал их родственником спустя несколько лет — в конце 1906 года, за несколько месяцев до смерти.

Родословные «нити», связывающие их, конечно, очень длинные. Начнем

рассказ с прямых предков Менделеева. Сам он никого не знал дальше своего деда. В своих дневниках Дмитрий Иванович пишет: «Дед — священник села Тихомандрицы, Вышневолоцкого уезда, Павел Максимович Соколов — имел 4-х сыновей: Василия Покровского, Ивана Менделеева, Тимофея Соколова и Александра Тихомандрицкого. (Фамилии выпускникам духовного училища нередко давали учителя. — *Примеч. авт.*) Отец — Иван Павлович — учился в Гл. педагогическом институте и поехал учителем словесности в Тобольск, где женился на Марье Дм. Корнильевой». Село Тихомандрицы в XVII и XVIII веках называлось не селом, а «выставкой» и входило в состав Удомельского погоста на севере Тверской губернии. Три века предки Дмитрия Ивановича Менделеева жили в этом медвежьем углу, где среди бесчисленных рек, озер и болот ютились церквушки, деревеньки и «усадищи» помещиков. (Именно это место изображено на знаменитой картине Левитана «Над вечным покоем».) Все его предки были «церковнослужителями» всех рангов — от пономарей до священников. Самые древние из них (Исак, Лука и Емельян) были «прописаны» в Ревизских сказках и Клировых ведомостях 1720 года, а Костентин Парфеньев даже раньше — в переписной книге Кашинского уезда за 1628 год. Он был священником в селе Троицком («что в Вязниках на реке на Дубне»). Остатки этого села еще целы. Сын его Парфений Константинов переехал отсюда в Удомельский погост.

У Исака, Луки, Емельяна и Костентина было много детей, и все они, естественно, — дальние родственники Дмитрия Ивановича Менделеева. Среди них — и Михаил Павлович Алексеев (брат моей бабушки Маргариты Павловны Алексеевой). Он



был сыном священника Калязинского уезда Тверской губернии, выучился на врача и в 1904 году (во время Русско-японской войны) работал в военно-полевом госпитале (в Харбине). Здесь он встретился и подружился с сестрой милосердия Ольгой Тиличевой, совсем еще юной барышней, праправнучкой князя Петра Николаевича Кропоткина (деда известного анархиста Петра Алексеевича Кропоткина). До войны она училась на медицинском факультете Сорбонны, встречалась с Плехановым и даже сочувствовала революционерам (тогда это считалось признаком хорошего тона). Но началась война, и, движимая патриотическим порывом, она оставила Сорбонну и добровольно поехала на фронт. В 1906 году Ольга и Михаил вновь случайно встретились в Москве и вскоре стали супругами. Так Алексеевы и их дальний родственник Дмитрий Иванович Менделеев стали, как говорят в Англии, «родственниками по закону» Рюриковичей — князей Кропоткиных, родоначальником которых был князь Смоленский Дмитрий (по прозвищу Кропотка). Смоленские же



князя вели свой род от Владимира Мономаха. Как известно, тетка Мономаха – Анна (дочь Ярослава Мудрого) в 1049 году стала супругой короля Франции Генриха I – дальнего родственника Вильгельма Завоевателя, который вскоре (в 1066 году) стал родоначальником династии королей Англии (а затем Великобритании), в том числе и ныне здравствующей королевы Елизаветы II. Среди потомков Анны Ярославны – многие короли Франции и Испании (например, ныне здравствующий король Хуан Карлос).

Вот так и стал Дмитрий Иванович Менделеев, сам того не подозревая, дальним родственником королей Великобритании, Испании и других стран Европы.

Жаль, что он так и не успел этого узнать! А мог бы – Михаил и Ольга вступили в брак еще при жизни Дмитрия Ивановича. Но, к сожалению, этого не случилось: отец его за столет до этого уехал далеко в Сибирь и был так перегружен работой и семейными заботами (в их семье было 17 детей!), что у него не было никакой возможности поддерживать постоянные контакты с родственниками в далекой Тверской губернии. А у Дмитрия Ивановича дел было еще больше. Так эти родственные линии и «потеряли» друг друга. И не нашли бы, если бы не пришлось к моему троюродному брату Дмитрию Андреевичу Алексееву (прямому кровному потомку Рюрика), а потом и ко мне непреодолимое желание найти в исторических архивах и в других источниках сведения о своих далеких предках. Почему появилось это желание, да еще и «непреодолимое»? Наверное, потому, что мы оба – биологи, а биологи твердо знают, что задатки всех наших качеств – и физических, и умственных, и психологических – заложены в сложнейших и совершеннейших молекулах ДНК.

Впрочем, это давным-давно знали и биологи. В Библии (три тысячи лет назад) было вполне определенно сказано: «И произвела земля траву, сеющую семя по роду ее, и дере-

во, приносящее плод, в котором семя по роду его... И сотворил Бог рыб и пресмыкающихся по роду их, и всякую птицу по роду ее... И создал Бог зверей земных по роду их, и скот по роду его, и всех гадов по роду их...» Не повторялось бы в Библии семь раз это сакраментальное «по роду их», если бы люди за многие тысячи лет наблюдений не убедились в нерушимости важнейшего закона жизни – наследственности.

Можно ли понять, как возникают и развиваются наши качества, не зная предков, их характера, рода их деятельности и обстоятельств жизни? А уж если среди предков оказались гении, то тем более интересно и важно выяснить, откуда они появились! Более того, не поняв этого, разве получится создать возможность для появления новых гениев в будущем? Так откуда же берутся гении?

Насчет королей Великобритании все ясно. Начиная с первых династий, все народы выбирали короля из рода, отличавшегося здоровьем, физической силой и умом. Может быть, поэтому не собираются расставаться со своими тысячелетними королевскими династиями англичане и шведы, норвежцы и датчане, бельгийцы, испанцы и японцы. И это совсем не мешает их странам быть современными, благополучными, развитыми и даже демократическими.

Чего, к сожалению, совсем нельзя сказать о нашей злополучной стране! Ведь как старались в 1917–1937-м: вырезали почти поголовно не только аристократов, но заодно и деловых людей, и зажиточных крестьян, и священников, и интеллигентов, а демократией даже и не пахнет!

А откуда возник гений самого Менделеева? Был он потомком десяти поколений скромных сельских православных священников. Вовсе они не были тупыми и безграмотными ретроgrадами. Уже в начальных церковно-приходских школах отмечались лучшие ученики, с хорошей памятью, способные самостоятельно подолгу заниматься интеллектуальным трудом. Их направляли в уездные духов-

ные училища, где они занимались несколько лет по довольно широкой программе. Лучшие из них рекомендовались в губернские духовные семинарии, программа обучения в которых включала уже не только философию, но и математику, географию и другие естественные науки. И только тот из них, кто отличился не только хорошей успеваемостью, но и безукоризненным поведением, получал право стать священником. Этот тщательный многостепенный отбор практически исключал случайность. Отбирали немногих, самых достойных (как правило, сыновей священнослужителей). Поэтому именно из среды потомственного духовенства вышло столько незаурядных учителей, научных работников, литераторов и представителей других интеллектуальных профессий. Они образовали «генетическую базу», породившую российских гениев – Ломоносова и Менделеева, Докучаева и Вернадского и многих других.

Вот так Менделеев совершенно неожиданно поставил перед нами столько важнейших для нашей жизни проблем, казалось бы, очень далеких от химии. Хотя свойства «молекул наследственности» ДНК – разве это не химия?

Заслуженный деятель науки РФ,
доктор биологических наук,

И.И.Судницын

Что еще можно прочитать:

Менделеев Д.И. Заветные мысли. М.: Мысль, 1995.

Судницын И.И. Рождение биогеохимии. М.: Изд-во МГУ, 1992.

Судницын И.И. Гении и народ России. М.: МАКС Пресс, 2006.

Судницын И.И. Единство народов России. М.: МАКС Пресс, 2006.



НЕЙРОБИОЛОГИЯ

Эстрогены восстанавливают нервные клетки

Восстанавливающее действие стероидных гормонов эстрогенов на нервные клетки сейчас уже не требует доказательств, но механизмы его до сих пор не ясны, а без знания механизмов сложно надеяться на возможность их клинического применения для восстановления нервной ткани. Эти механизмы исследовали ученые из Казанского государственного медицинского университета (islamru@yahoo.com).

Ученые экспериментировали на мышцах, пережимая им седалищный нерв и делая инъекции эстрадиола. Они убедились в том, что введение эстрадиола ускоряет регенерацию нервных волокон и способствует восстановлению функции скелетных мышц. Но почему это происходит?

Эстрогены могут действовать как по традиционному, так и по альтернативному механизму. В первом случае гормоны связываются со специфическими белками-рецепторами и в комплексе с ними активируют гены, участвующие в восстановлении и росте нейронов. Ученые количественно оценили, как меняется функционирование генома под действием эстрадиола. Оказалось, что введение мышам эстрадиола изменяет работу 265 генов, причем у 42 из них активность усиливается, а у 21 — снижается. Среди генов с повышенной активностью обнаружены те, что кодируют рецепторы факторов роста, а также ген VEGF. Этот ген имеет особое значение для нейронов, так как его активность стимулирует регенерацию нервных клеток, поддерживает их выживание и защищает от кислородного голодания. Эксперименты показали, что введенный мышам эстрадиол повышал активность гена VEGF в нервных волокнах в три раза.

Ученые исследовали и альтернативный механизм действия эстрогенов на нейроны и вот что выяснили. Эстрогены играют большую роль в синтезе и транспорте белков в длинных отростках

нейронов — аксонах. Поэтому они могут напрямую способствовать восстановлению нервных клеток при возрастной дегенерации и травматических повреждениях. Такой результат российские исследователи получили впервые в мире.

ЭКОЛОГИЯ

У северных детей проблемы со зрением

Если человек недополучает зрительную информацию, не умеет ее обрабатывать и использовать, то его ожидают большие сложности. У многих первоклассников Архангельска система зрительного восприятия не соответствует возрасту, поэтому им бывает трудно учиться. Сотрудники кафедры биологии и экологии человека Поморского государственного университета им. М.В.Ломоносова, обнаружившие этот феномен, полагают, что на детей отрицательно влияют специфические условия Севера.

Зрительное восприятие — это не только способность увидеть. Оно включает умение ориентироваться в трехмерном пространстве, воспринимать изображение, координировать действия, воспринимать постоянные свойства предметов в изменяющейся обстановке, анализировать увиденное. Иными словами, зрительное восприятие определяет развитие человека. Если оно нарушается у взрослого, он остается на прежнем уровне интеллектуального развития. Если же зрительное восприятие нарушено у ребенка, он будет отставать от своих сверстников в психическом развитии.

Ученые обследовали более тысячи детей без грубых зрительных патологий в возрасте от шести до семи с половиной лет — дошколят и первоклассников Архангельска. Этот возраст исследователи выбрали не случайно: к этому времени обычно заканчивается критический период формирования системы зрительного восприятия. Кроме того, шести-семилетние дети готовятся к школе и начинают учиться, то есть на них обрушивается поток новой зрительной информации. Участники эксперимента

должны были выполнять тесты, которые выявляют зрелость зрительной системы восприятия. В зависимости от результатов тестирования ученые определяли, соответствует ли развитие зрительной системы возрастной норме, или отстает, и если отстает, то насколько.

Оказалось, что зрительное восприятие нормально развито лишь у 55% архангельских детей. Примерно у четверти исследователи обнаружили отставание в ее развитии в пределах года; остальные дети отстают еще больше. С возрастом этот разрыв не только не уменьшается, но даже увеличивается. Так, в шесть лет отставание в пределах года обнаружили у 4% детей, а в семь с половиной лет — уже у трети. Если у ребенка близорукость, зрительное восприятие тем более не соответствует возрасту.

Ученые полагают, что во всем виноваты специфические условия Севера. Дети в этом регионе вообще отстают в развитии от своих сверстников из средней полосы. В том числе и в развитии головного мозга. Электроэнцефалограмма показала функциональную незрелость больших полушарий примерно у трети семилетних детей. Неудивительно, что система зрительного восприятия у них тоже отстает. Кроме того, у маленьких северян хуже развиты точность и сила движений, зрительная память, поэтому возникают трудности при координации мелких и точных движений. Даже близорукостью жители Севера страдают чаще прочих россиян. И дело не только в нехватке витаминов и микроэлементов и суровом климате: северяне испытывают острый недостаток зрительных впечатлений. Они страдают от отсутствия света и ярких красок, от однообразного серебристо-серого или голубого цвета неба и снега. Во время полярной ночи северяне сидят дома и вынуждены рассматривать только близкорасположенные объекты. Дети утыкаются в компьютер и телевизор и портят глаза. Такая вот невеселая картина.

В результате, как считают исследователи, зрительная система шести-семи летних детей, живущих на Севере, еще не готова к той работе, которая им предстоит. Таким детям будет трудно научиться читать, писать и воспринимать зрительную информацию, и во многих случаях эти трудности будут сопутствовать им всю жизнь

Международная специализированная выставка приборов и оборудования для научных исследований



Организаторы:

Научный совет РАН по научному приборостроению,
Компания "И. Джей Краузе & Эсоушиэнтс"

при поддержке:

Российской академии наук,
Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии,

Российского фонда
фундаментальных исследований

Основные разделы выставки:

- Измерительные, испытательные, лабораторные приборы, оборудование и системы для научных исследований:

В области физических наук
В области химических наук
В области биологических наук
В области биотехнологии
В области медицинских наук
В области экологических наук
В области геологических наук
В области сельскохозяйственных наук
В области информатики
В области экспериментальной механики
В области нанотехнологий
В космических исследованиях

- Средства автоматизации научных исследований и интерпретации научных результатов
- Компоненты и материалы для производства и эксплуатации приборов, оборудования и систем

За более подробной информацией обращайтесь:

Компания "И. Джей Краузе & Эсоушиэнтс"

Офис в Москве:

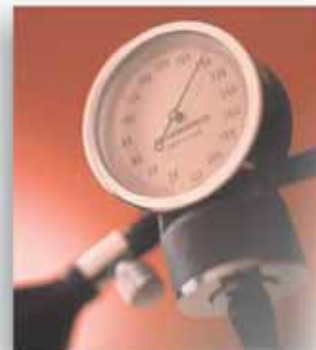
Телефоны +7 (495) 135 12 47, 135 12 46, 223 22 70

Факс +7 (495) 223 22 69

Директор выставки Щербина Наталья Викторовна

Email Sherbinina@ejkrause.ru

Сайт www.simexpo.ru





Сбор проб на Белом море.
Автор статьи — справа с книгой

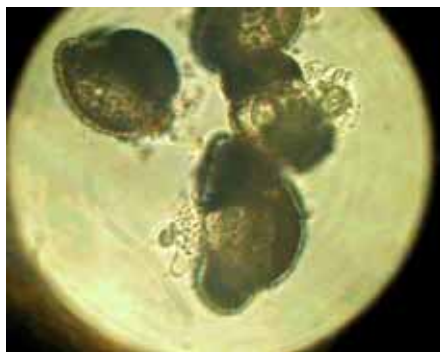
Похожие на грибы

Порядок грибов, к позору ботаники, и поныне представляет собой хаос, потому что ботаники не знают, что у них является видом, а что разновидностью.

Карл Линней

В начале северного лета Белое море в прибрежных районах становится желтым. На поверхности тихих, обрамленных сосновыми лесами беломорских фьордов, исстари называемых на Русском Севере губами, цветной налет особенно заметен. Это «пылит» сосна, рассыпая миллиарды пыльцевых зерен. Пыльца у сосны легкая, с двумя воздушными мешками, легко переносится ветром и воздушными течениями на большие расстояния. Ее находят в пустынях и в Антарктиде; в огромных количествах она оседает на поверхность моря и встречается даже в центральных районах океанов.

У берегов желтая пленка пыльцы сбивается в обширные скопления толщиной до нескольких сантиметров. Если взять там каплю воды и сразу же рассмотреть ее в микроскоп, то мы увидим удивительную картину — почти все пыльцевые зерна покрыты полупрозрачными шариками диаметром от 8 до 50 микрон. Постепенно однородное содержимое шариков становится зернистым, в них образуются клетки, которые начинают двигаться, вначале медленно, а затем все быстрее и быстрее, и буквально на глазах оболочка шариков трескается или растворяется (фото 1). Из них с большой скоростью буквально выстреливаются и распыляются в стороны подвижные клетки с двумя жгутиками — зооспоры. Их тут же заглатывают многочисленные животные, плавающие в той же капле воды, — амёбы, инфузории, нематоды, коловратки. Полупрозрачные шарики — это тела организмов, которые носят название «траустохитриды». Впервые их обнаружил в 1934 году американский миколог Фредерик Спэрроу. Ученый нашел эти создания на по-



1
Выделение зооспор
у траустохитриевых грибов

верхности морских водорослей, выброшенных на берег Атлантического побережья США. Он описал их и отнес к грибам.

По строению обнаруженные организмы напоминали моноцентрические хитридиевые грибы (фото 2), однако их споры, снабженные жгутиками, выходили из спорангиев так же, как у видов рода *Thraustotheca* из совсем другой таксономической группы — сапролегниевых. Спэрроу отразил эту двойственность в названии организма: дал ему имя *Thraustochytrium* (траустохитриды).

Траустохитриды обитают в море на разных органических субстратах, но их любимая пища — это пыльца хвойных, богатая органикой, микроэлементами и витаминами. Всего описано свыше 40 видов этих организмов. Их обнаружили во всех морских биотопах и признали самыми многочисленными грибами, обитающими в море. Траустохитриевые — рекордсмены среди грибов и грибоподобных организмов по выживанию в разных неблагоприятных условиях, в том числе в очень соленой и пресной воде, по устойчивости к высушиванию и вымерзанию.

За 67 лет до открытия траустохитрид, в 1867 году, российский ученый Лев Семенович Ценковский обследовал зеленые нитчатые водоросли, которыми обросли деревянные сваи в Одесском порту. Под микроскопом он увидел подвижные веретеновидные клетки длиной до 20 мкм, объединенные тонкими прозрачными нитями в относительно большую, до нескольких миллиметров, колонию (фото 3). Эта колония-плазмодий наползала на водоросли и явно паразитировала на них. Такие колонии встречались лишь на границе воды с воздухом. При большем увеличении микроскопа выяснилось, что нити представляют собой эластичные трубочки, внутри которых двигаются клетки. Ценковский описал два вида этих странных организмов и выделил их в новый род *Labyrinthula*.

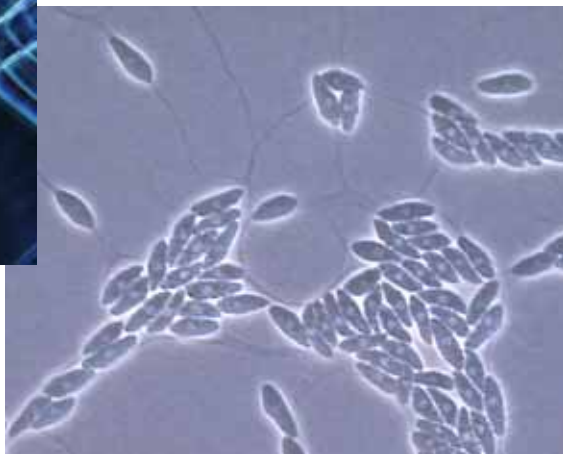
Похожие паразитические и сапротрофные виды затем обнаружили в пресных водах и на суше — в корнях растений и грибнице шляпочных грибов, хотя там они встречались гораздо реже. Есть сведения, что в Венесуэле они паразитируют на медоносной пчеле. Всего описано свыше 30 видов этих своеобразных организмов.

Их положение среди других организмов поставило ученых в тупик. Одни сле-

фото автора



2
Зрелые и пустые спорангии хитридиевого гриба *Rhizophydium graminis* на корневом волоске пшеницы. Ризиды гриба проникли внутрь корневого волоска



3
Лабиринтулы — клетки в «жидком скаффандре»

циалисты находили сходство между лабиринтулами и слизистыми грибами (миксомицетами, или слизевиками, — см. «Химию и жизнь», 2001, № 9), и долгое время их называли сетчатыми, или водными, слизевиками. Ученым они попадались редко. Так, на территории бывшей Российской империи второй раз после Ценковского лабиринтул обнаружили почти через сто лет! Это сумел сделать Алим в 1961 году на Белом море. С 1969 по 1995 год мне удалось найти образцы десяти видов лабиринтул в Азовском, Черном, Балтийском, Белом, Чукотском и Японском морях, в опресненном Северном Каспии, в Москве-реке и в рыбноводном пруду Ташкентской области, а также в Лакадивском море Индийского океана и Южно-Китайском море.

Несмотря на относительную редкость этих организмов, их роль в водных экосистемах может быть очень велика. В 30-х годах XX века в прибрежных районах Северной Атлантики началась массовая гибель морской травы zostеры (такое явление называется эпифитотия, по аналогии с эпидемией). Об этом писали К.Ренн в 1936-м и Е.Янг в 1937 году. Зостера — одно из самых распространенных морских цветковых растений, известное в России также под названиями взморник и угревая морская трава (фото 4). Ее значение в прибрежных районах морей очень велико. Зостера была поражена лабиринтулой и почти полностью погибла. В конце 50-х годов прошлого века эта эпифитотия дошла и до нашей страны. К 1961 году погибли заросли zostеры в Белом море. Они восстанавливались очень медленно: в 1980-е годы ее максимальная биомасса составляла всего $2,4 \text{ кг/м}^2$, а чаще была значительно меньше, $0,27\text{--}0,42 \text{ кг/м}^2$, тогда как перед вспышкой болезни доходила до $6,0 \text{ кг/м}^2$. Это нанесло колоссальный урон прибрежным экосистемам. Так, например, численность знаменитой беломорской сельди, которая нерестилась в зарослях zostеры, резко упала.

Лабиринтулы и траустохитриды настолько своеобразны, что заслуживают выделения в самостоятельное царство Мусотухина. Во-первых, у них необычный для живых организмов химический состав клеточной стенки: у лабиринтул преобладает полисахарид фукоза. Кроме того, на поверхности их клеток име-



4
Зостера, или взморник. В конце 1950-х годов ее заросли в Белом море были почти уничтожены лабиринтулой. Вслед за этим резко упала численность беломорской сельди.

ются особые, уникальные органеллы, называемые ботросомами, или сагеногенетосомами. У траустохитрида ботросома одна, у лабиринтул каждая клетка имеет 10–20 ботросом. У более древних лабиринтул ботросомы и связанные с ними структуры устроены проще.

Ботросомы производят тонкую сеть из прозрачных эластичных трубочек, которые могут ветвиться и образовывать перемычки. Эта сеть образуется из выпячиваний клеточной мембраны, примыкающей к ботросомам, и выходит из клетки через отдельные щели в чешуй-

ЗЕМЛЯ И ЕЕ ОБИТАТЕЛИ

чатой клеточной стенке. У лабиринтул трубочки заполнены слизью из мукополисахаридов, а внутри вперед и назад перемещаются веретеновидные или овальные клетки. У этих клеток нет жгутиков, одно ядро, они бесцветные или желтоватые, но на зеленых субстратах кажутся зеленоватыми. Их размер обычно $3\text{--}5 \times 15\text{--}25 \text{ мкм}$. Благодаря сети клетки объединяются в слизистую колонию размером до нескольких сантиметров, похожую на многоклеточный организм весьма оригинального строения.

Зачем же эта сеть нужна грибам? Во-первых, она помогает клеткам двигаться к пище. Во-вторых, отвечает за обмен веществ между ними и внешней средой. Кроме того, она помогает защищаться от неблагоприятных воздействий (например, высушивания) и выживать на воздухе, выполняя функцию «водолазного костюма наоборот» и сохраняя для колонии клеток водную оболочку. Таким образом, эти организмы по-своему решили важную проблему — сумели выйти на сушу, в новую, враждебную для них среду. Судя по тому, что лабиринтулы обнаружены даже в пчелином улье, они успешно адаптировались к ней.

У траустохитрида эктоплазматическая сеть невелика, напоминает ризиды — похожие на корешки отростки хитридиевых грибов — и служит лишь для обмена веществами между клеткой и средой, а также для прикрепления к субстрату. Эволюция этой группы шла таким образом, что темпы их размножения увеличивались благодаря ускорению жизненного цикла. Размножаются траустохитриды подвижными зооспорами с двумя жгутиками, а иногда неподвижными апланоспорами или подвижными клетками, похожими на амёб. Зооспоры развиваются в спорангии, где их образуется до 100 и более (в среднем 60). Цикл развития от зооспоры до нового зооспорангия в благоприятных условиях очень короток — 2–3 часа. Это и позволило траустохитридам стать самыми многочисленными среди морских грибов и грибоподобных организмов. Они играют огромную роль в питании животных-фильтраторов. Из всех групп грибов траустохитриды наиболее важны в водных экосистемах.

Доктор биологических наук

Е.А.Кузнецов

Синяя кастрюля в белую крапинку





В деревянном, построенном в конце девятнадцатого века доме номер пятьдесят пять, имевшем к началу нашего повествования восемьдесят семь процентов аварийности, было четыре квартиры — две на первом этаже и на втором, естественно, столько же. В трех жили девочки по имени Настя, причем две из них были Михайловны. Да еще напротив, в сорок шестом, одна Настя жила. То ли у родителей фантазии не хватило назвать их разными именами, то ли мода тогда была на это имя — мы не знаем, но факт остается фактом, и Насти, когда собирались вместе, звали друг друга по фамилиям, чтобы не запутаться.

И только в четвертой квартире пятьдесят пятого дома Настя отсутствовала, потому что, во-первых, там жили Хакимовы, а во-вторых, там и девочек-то не было — только один мальчик, Ренатка; больше всего на свете он любил фотоаппарат, с которым почти не расставался. За это его иногда называли оператором Кыпсом или Репортером Шрайбикусом. Ренатка был мальчиком серьезным, с мелюзгой почти не общался, так же как его родители не общались с родителями трех Насть.

Кастрюлю обнаружила Настя Андреева, проживавшая в первой квартире с мамой Ниной. Еще у Андреевой был старший брат, Гендос-Паровоз, но находился он далеко, на востоке нашей родины, где служил на подводной лодке. Когда-то был и папа, и Настя Андреева очень любила папу, поэтому долго плакала, увидев его в чулане висящим на бельево́й веревке.

Кастрюля была проржавевшая, с отбитой кое-где эмалью, с закопченным дном, синяя в белую крапинку снаружи и почти белая внутри. Она обнаружилась рядом с неработающим керогазом, в овраге, где у Насть находился «штаб».

Выкинул кто-то, подумала Андреева и обрадовалась: не каждый день у них в штабе появлялась новая игрушка. Теперь будет в чем варить суп для бумажных кукол... Она поставила коробку из-под зефира в шоколаде на землю и вытащила из нее свои «бумажки».

— Сварите мне, пожалуйста, окрошку, маменька, — запищала Андреева голосом самой младшей куклы, Ирены. — Сейчас сварю, — ответила она же басом, беря в руки старшую куклу, Марию, — а ты, доча, если на танцы пошла, долго не шлейся, а то выпорю.

— Хорошо, маменька, — пропищала Андреева-Ирена, нацепила на младшую куклу новое бальное платье с розочкой на левом плече, над которым трудилась вчера целых пятнадцать минут, и отправила ее на танцы, то есть положила обратно в коробку.

— Так, сначала огурец, — пробасила Андреева, кладя в кастрюлю продолговатую гальку. Потом закрыла кастрюлю крышкой.

— Играешь уже? — раздался голос краснощекой, тонконогой Насти Базиной из квартиры номер два. — А чего за мной не зашла?

Андреева обернулась и замахала ей:

— Иди сюда, глянь, какую я кастрюлю нашла!

— Где нашла-то? — Базина быстро спустилась в штаб.

— Здесь и нашла.

— Цыгане, наверное, бросили, — решила Базина. — Мама вчера говорила, что табор видала. Сказала, чтобы я далеко от дома не убегала.

— А я в бумажки играю и окрошку варю, — сообщила Андреева, — ты бумажки свои взяла?

Базина помотала головой:

— Их папа выкинул. Серый на меня нажаловался, скотина, что я пол плохо помыла, и папа бумажки выкинул.

Андреева покивала. Она каждый вечер слышала, как внизу орал дядя Миша Базин, воспитывая дочку и ее младшего брата Сережку. Дядя Миша почти ничего не видел, ходил в темно-синих очках и работал в обществе слепых, клеил не то конвертики, не то коробки для тортов.

— На, я тебе своих половину отдам, — сказала Андреева. — А себе еще нарисую. Давай дальше играть. Ирена как будто на танцы пошла, ты будешь Иреной, танцуй, а я ее маменька, окрошку варю, уже огурец положила.

Базина запела «Хмуриться не надо, Лада», повторяя эту строчку без конца, как заезженная пластинка, потому что больше ни одной строчки не знала, взяла Ирену и стала танцевать, а Андреева открыла крышку кастрюли, чтобы положить картошку: несколько круглых галек и еще зеленый лук — нащипанный пырей. Заглянула внутрь и прошептала:

— Базина, глянь сюда.

Базина прекратила танцевать и глянула.

— Ну, огурец. И чего?

— Так я же не огурец ложила. А гальку.

— Гы-ы-ы, — засмеялась Базина, — ладно врать-то.

— Честно, — слегка обиделась Андреева, — Васькой клянусь. (Васька — это андреевский кот, и, если Андреева им клялась, значит, не врал.)

Базина задумалась.

— Подсунул кто-нибудь.

— Кто?

— Цыгане.

— Какие цыгане? Не было ж никого. Только я была.

Базиной все равно не верилось.

— А огурец настоящий?

Андреева вытащила огурец. Понюхала. Вытерла о подол платья и откусила.

— Настоящий. Горький только немного.

— Дай попробовать.

Андреева протянула Базиной огурец, та с хрустом пару раз откусила.

— Ниче не горький. Клевый огурец. — Потом подняла с земли камушек, положила в кастрюлю, закрыла ее крышкой и сказала: — Хочу кусок хлеба с маслом и сахаром.

Андреева открыла крышку:

— Ни фиги себе!

В кастрюле лежал кусок хлеба с маслом, посыпанный сахаром. Базина взяла его и стала есть, не веря своему счастью. Андреевой она тоже дала пару раз откусить за те два откуса от огурца.

— Интересно, что еще можно наколдовать? — спросила Базина, когда хлеб с маслом был съеден.

— О, Серый тащится, — вздохнула Андреева.

— Иди отсюда, ябеда! — закричала Базина брату.

— А ты тут место покупала? — спросил Серый. — Где хочу, там и хожу. Че делаете? Опять свои дурацкие булочки разложили? Может, в картишки?

Серый достал из кармана колоду, но Андреева отмахнулась:

— Иди ты со своими картами! У нас тут такое... Видишь кастрюлю?

— С помойки вы ее притаранили, что ли? — усмехнулся Серый и пнул кастрюлю ногой.

— Убери копыта, дурак! — закричала Базина.

— Лучше скажи, чего хочешь, — миролюбиво предложила Андреева.

— В кино хочу, на «Неуловимых».

— А из еды?

— Из еды? — Серый задумался. — Тыклушку хочу.

— Тогда бери камень, клади в кастрюлю и говори: «Хочу тыклушку».

Серый покрутил пальцем у виска и спросил у Андреевой:

— Вы обе чокнулись или она одна?

— Делай, что говорят! — прикрикнула Андреева.

Серый, ухмыляясь, сделал. И совершенно обалдел, увидев в кастрюле тыклушку — помидор, фаршированный хлебным мякишем, с солью и перцем.

— Клево, — сказал он, когда мгновенно съел помидорину, даже не предложив девочкам откусить. — А она все дает или только тыклушку?

— Огурец и хлеб с маслом-сахаром дает, а больше мы пока не знаем, — ответила Базина.

— А давайте попросим... торт! — предложил Серый.

Девочки задумались.

Для Андреевой торт был связан с дядей Толей, маминим знакомым. Дядя Толя обычно дарил Насте зефир в шоколаде, но один раз принес настоящий бисквитный торт, с розовыми цветами, обсыпанный орехами. Андреева раньше терпеть не могла дядю Толю, приторно улыбавшегося и совсем не похожего на папу, но после того, как попробовала тающий во рту торт, пропитанный ароматным ромом, подумала, что терпеть дядю Толю в принципе можно.

Базина ела торт тоже только однажды — на дне рождения у одноклассницы Ленки. Народу у Ленки собралось много, и Базиной достался малюсенький кусочек, такой, что она совершенно не запомнила его вкуса. Серый тогда долго обижался, что сестра не принесла для него ни кусочка. Потому что сам Серый не пробовал торт ни разу в жизни.

— Ну? — нетерпеливо напомнил Серый.

— Не нукай, не запряга! — ответила Андреева. — Клади камень.

Небольшая коробка с надписью «Торт» была извлечена из кастрюли и немедленно вскрыта.

— Маленький какой, — разочарованно сказал Серый.

— А откуда большому-то взяться? В кастрюлю бы не влез, — резонно заметила Базина.

— Потом еще попросим, — успокоила Серого Андреева.

— А как будем есть? Руками?

— Пошли к нам, — сказала Базина.

Торт ели большими ложками, запивая холодной сырой водой из граненых стаканов, потому что ждать, пока на

керосинке вскипит вода в чайнике, не было никакого терпения.

— Еще хочу, — почти мгновенно проглотив свою долю, сказал Серый...

Третий торт ели уже не торопясь. После четвертого Серый схватился за живот и быстро выскочил во двор.

— Желудок у него слабый, — объяснила Базина.

Андреева покивала. Ей почему-то пришло на ум где-то слышанное выражение «дорвался до бесплатного».

Серый вернулся, лег на диван, полежал немного и предложил:

— А может, водки заказать?

— Чеканулся, что ли? — озлилась Базина. — У мамы сам знаешь нюх какой!

— Тогда еще тортик?

— Может, тебе хватит, а то опять плохо будет? — спросила Андреева.

— Фигня, — заявил Серый, — пошли.

Достав из кастрюли пятый тортик, они увидели, что к штабу приближается Буханка.

Буханкой за глаза называли Настю Парамонову из третьей квартиры. Она была взрослой, в этом году закончила восемь классов и работала на хлебозаводе. Впрочем, Буханкой звали ее скорее не из-за места работы, а из-за квадратной фигуры и такого же квадратного лица, доставшегося ей в наследство от папы. И походка, и характер были у Парамоновой тяжелыми.

— Привет, салажня! Что празднуем?

— Сто лет граненому стакану! — крикнул Серый.

— Не, правда? Откуда тортик?

— Стыбзили, — хихикнул Серый.

— Твой отец узнает — выпорет, — сказала Буханка.

— Тебя, — добавил Серый.

— Но-но, погуби старшим!

— Насть, угощайся, — миролюбиво предложила Андреева.

— Краденое не ем! — Буханка гордо вскинула голову и ушла домой.

— А может, и правда?.. — тихо произнесла Базина.

— Что — правда? — не поняла Андреева.

— Ну, торты эти, и хлеб с маслом, и огурец тоже — все краденое?

— А кто крадет-то?

— Мы, кто же еще.

— Дура! — закричал Серый и отвесил сестре щелбан. — Чего оно краденое-то?

— Сам дурак! — завопила Базина, пытаясь пнуть отскочившего брата. — А если не краденое, то откуда?

— А, я вспомнил! Я читал об этом! — хлопнул себя по лбу Серый. — Это все из Америки! Под нами же Америка. И американцы совсем недавно построили продуктопровод. Ну точно. Мы открываем крышку, говорим желание, они его слышат и исполняют. А взамен мы им гальку поставляем, у них там гальку для строительства домов используют, а всем не хватает. А жратвы у них завались.

Андреева ни на минуту не сомневалась, что Серый все это выдумал только сейчас, потому что он вообще врал изрядный.

— Ну давай проверим, из Америки или нет.

Базина кинула в кастрюлю камень и сказала:

— Хочу жевачку.

— Американскую, — добавил Серый.

Американской была жвачка или нет, они сказать не могли, потому что вообще никогда не видели никакой жвачки. Но наверняка американская — ведь на красивом блестящем фантике было что-то написано явно не по-русски.

— Во, блин, продуктопровод открыли! — прошептал Серый, обалдев от того, что его вранье оказалось правдой.

— Фантик мне! — предупредила Андреева, когда жвачка была разделена на три части и основательно прожевана.

— Почему тебе? — возмутилась Базина.

— А у тебя опять отец отнимет.

— Не отнимет, я под матрас спрячу. Ну дай мне, а?

— А давай я вместо него тебе что-нибудь дам. Все бумажки вместе с коробкой, идет?

— Ладно.

— Может, мячик попросим и в штандр поиграем? — предложил Серый.

В штандр играли недолго: мячик улетел далеко в овраг и за ним лень было спускаться. Для приличия поспорили, кто пойдет за мячиком, но потом решили, что завтра попросят новый.

— Шухер, Буханка идет! — шепнул Серый. — Ей про Америку ни слова.

— Че жуем? — осведомилась подошедшая Парамонова, становясь в свою обычную позу — ноги на ширине плеч, руки в боки, голова слегка наклонена вперед.

— Гудрон, — выпалил Серый.

— Где взяли? — принялась Буханка. Стройки и правда поблизости не было.

— Это... Юрка Старцев принес откуда-то, а откуда — не знаю.

— Дай пожевать, — потребовала Буханка.

— Ты что, у меня самого маленький кусочек, — заныл Серый.

— Жмот! — Буханка отвернулась.

Тут появился Ренатка:

— Ребят, хотите я вас сфоткаю?

— Давай в штабе, — предложил Серый. Ему очень захотелось сфоткаться именно рядом с продуктопроводом — а вдруг потом в газете напечатают?

— Кастрюлю-то уберите, — скомандовала Буханка, — понатаскали хлам какой-то.

— Не-не, кастрюля пусть остается! — сказал Ренатка. — Очень уж вы рядом с ней хорошо смотрите.

В этот вечер больше ничего попросить не удалось, потому что настырная Буханка не отставала от ребят ни на шаг.

Утром кастрюли в штабе не оказалось.

Искали ее долго, облазили весь овраг несколько раз. Нашли только вчерашний мячик, лопнувший и погрызенный бродячими собаками.

Когда стало понятно, что кастрюля утрачена безвозвратно, уставшая Базина села на низенькую завалинку, уткнула лицо в острые коленки и заплакала.

— Ну ты чего? — спросила Андреева. — Подумаешь, жили без продуктопровода и дальше проживем.

Базина подняла заплаканное лицо и, растирая грязными руками слезы, сказала:

— Папа вчера все бумажки, которые ты мне отдала, выкинул.

— Серый опять нажаловался? Так, Серый?

— Ниче я не жаловался, — обиделся тот. — Нам обоим влетело, между прочим. За коробки из-под тортов. Они подумали, что мы у них деньги стырили и торты купили.

— А вы что?

— Ничего. Молчали, и все.

— Жалко, что даже мячика не осталось.

— Жалко. Я так хотел билеты на «Неуловимых», а теперь мама из-за этих тортов ни за что денег не даст.



ФАНТАСТИКА

— Я ведь всю ночь думала, что бы еще попросить, — всхлипнула Базина, — не спала почти. Пойти поспать, что ли.

— На. — Андреева вытащила из кармана фантик от жвачки. — На, возьми, если хочешь.

— Слушайте, это, наверное, единственное, что осталось от нашей кастрюли, — сказал Серый.

— Еще фотографии, — вспомнила Андреева.

— А интересно, Ренатка уже напечатал эти фотки или нет?

— Я ничего не понимаю, — бормотал Ренатка, разглядывая фотки, — я же помню, что здесь стояла кастрюля. А сейчас ее нет. Нет, и все. Так не бывает!

— Бывает — не бывает, какая теперь, на фиг, разница? — вздохнул Серый.

Они вышли от Ренатки расстроенными и даже не взяли фотки — зачем они теперь нужны?

Порыв ветра вырвал из рук Базиной фантик и понес его по улице.

— Растяпа! — крикнул Серый и бросился за фантиком.

— А что бы ты у кастрюли попросила, если бы она сейчас была? — поинтересовалась Андреева.

— Я всю ночь думала. Ну, почти всю ночь. Хотела даже ночью встать и пойти в овраг, чтобы попросить. Глупо, наверное, но я бы хотела собаку.

— А как мама с папой?

Базина только вздохнула.

— Гляньте, нет, вы только гляньте! — тем временем завопил Серый, подбегая к девочкам.

— Ну чего орешь? — спросила Базина.

— Да ты глянь! — Серый сунул ей под нос зеленую бумажку. — Вместо фантика — три билета на «Неуловимых»! В «Родину»! На первый ряд! Айда, а то опоздаем!

Вечером в квартире номер один раздался звонок. Андреева спустилась вниз. На крыльце стояла Базина. На руках она держала маленького черного щенка.

— Представляешь, мама сама принесла, — смеялась Базина, — говорит, им в парикмахерскую подбросили, а ей жалко стало.

— Хорошенький, — улыбнулась Андреева и погладила щенка по голове. Тот лизнул ее руку.

— Девочка, — уточнила Базина. — Назвала ее Найдой.

— В сенях будет жить?

— Ага. Потом будку построим. Слушай, а ты-то сама, что бы ты хотела у кастрюли попросить?

— То, что я хочу, никто исполнить не может. Никакая кастрюля на свете. Пока.

И Андреева медленно поднялась по лестнице в квартиру, где за столом сидели мама и дядя Толя и пили чай с тортом.

«Я не буду есть его торт, — думала Андреева, — ни за что не буду. И вообще — не буду есть торт никогда в жизни».



Арбуз

Что такое арбуз? Это все-таки фрукт или овощ? Арбуз — овощ, но его, как и другие культурные растения из семейства тыквенных (кроме огурца), выделяют в особую группу бахчевых культур, поскольку их высаживают на полях значительно большей площади, чем огороды. Мясистый плод арбуза со множеством семян похож на ягоду, но это не вполне ягода, потому что у него твердая корка. Такой тип плода называется ложной ягодой, или тыквиной. А само слово «арбуз» восходит к персидскому «харбэза», что означает «дыня», а буквально — «ослиный огурец». Впрочем, для огурца, даже ослиного, он явно великоват: средний арбуз тянет килограммов на девять, а самый крупный (его вывели селекционеры США) весил 78 кг.

Почему арбузы бывают светлыми и темными, полосатыми и гладкими? У разных сортов арбуза, а их известно около пятисот, клетки, содержащие хлорофилл, располагаются по-разному — где образуют полосы, где пятна, а где лежат сплошь. Это зависит от распределения сосудов в коре арбуза. Раскраска плода не влияет на его вкусовые качества.

Откуда арбуз, содержащий в основном воду, берет ее в сухих степях? И действительно, воды в арбузах много, 94%, а живут они в сухих местах, на песчаных почвах. Их естественный ареал — Юго-Западная Африка. В дождливые годы огромные пространства пустыни Калахари покрыты почти сплошными зарослями диких арбузов. Когда арбузы созревают, они отрываются от стебля, и мелкие круглые плоды ветер катит на огромные расстояния. В пути арбузы трескаются, их семена попадают на землю, приклеиваются к ней и при благоприятных условиях прорастают.

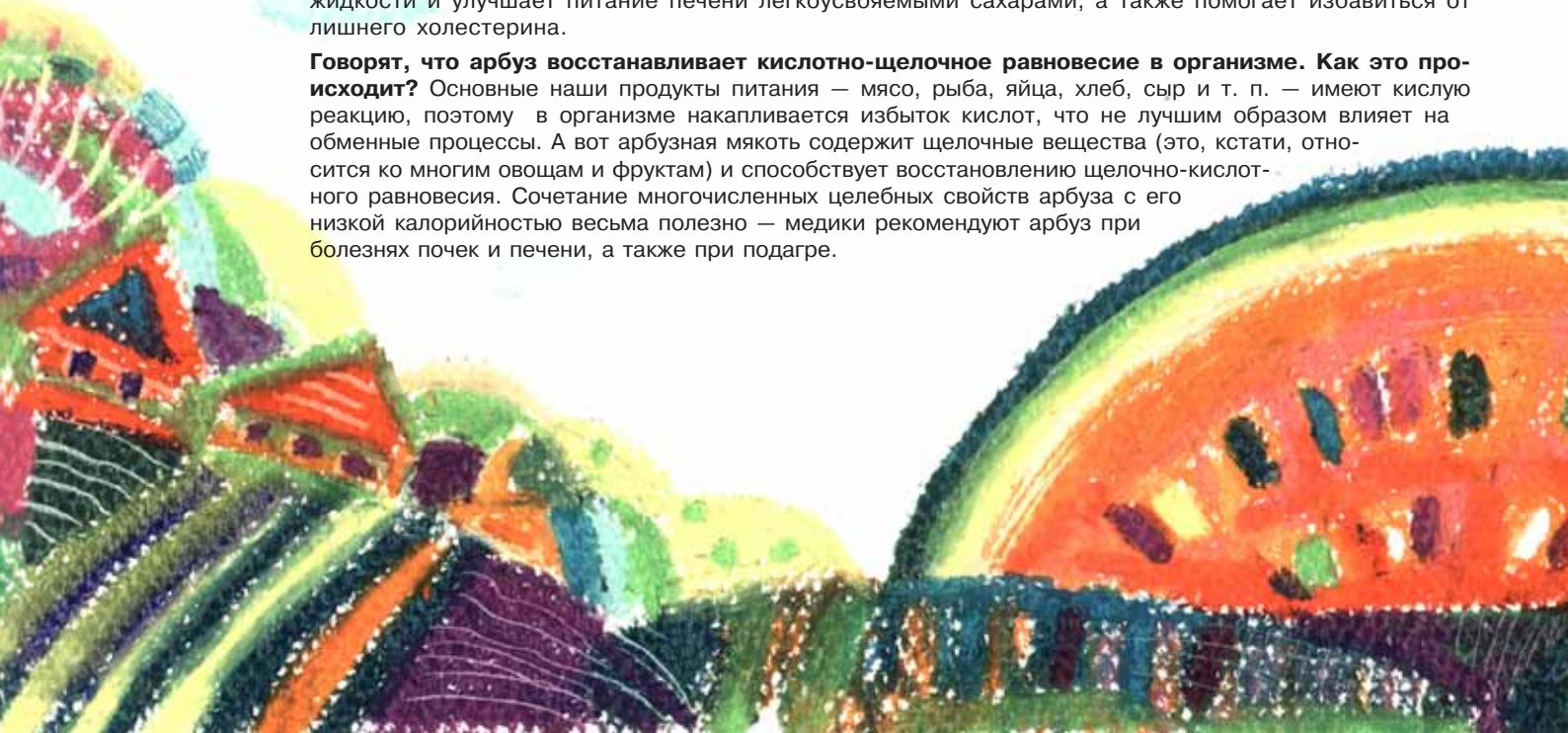
Воду арбузам обеспечивает могучая корневая система. Корни одного растения распространяются на 3–5 метров в глубину и на 5–7 метров в ширину. Если срезать стебель растения, то пенек будет выделять более половины литра влаги в сутки. При этом многочисленные листья здорового крепкого арбуза испаряют за то же время несколько литров воды, охлаждая растение до приемлемой температуры. Не каждое растение засушливых мест способно организовать такой ток воды. Кстати, если вы когда-нибудь были на бахче, то наверняка заметили, что там нет сорняков. Они просто не выдерживают конкуренции. Конечно, можно выращивать арбузы и на орошаемых землях. Они вырастут очень большими, но водянистыми.

У нас идеальные условия для арбузов — под Астраханью. В июле и августе, когда созревают арбузы, здесь сухо и жарко. Вот почему астраханские арбузы особенно хороши.

Если арбуз — сплошная вода, то его калорийность близка к нулю? Арбуз действительно малокалориен, но калорийность — вещь относительная. Конечно, мясо и шоколад питательнее, но если сравнивать арбуз с помидорами или огурцами, то арбузы по калорийности выйдут в лидеры (27,5 ккал на 100 г). Невысокую калорийность арбуза очень ценят врачи-диетологи, назначая его, скажем, при ожирении или некоторых заболеваниях сердечно-сосудистой системы.

Какая от арбуза польза? Арбуз прекрасно утоляет жажду, его даже называют водянистой дыней. Но конечно, не одной водой он ценен; в нем есть витамины — аскорбиновая кислота, каротин, Р-активные полифенолы и фолиевая кислота. Есть в арбузе и усвояемые соли железа; по их содержанию он занимает третье место среди фруктов и овощей. Железа в арбузе столько же, сколько в говядине, вишне, зеленом луке, моркови, помидорах и укропе. Соли калия действуют как мочегонное средство, а клетчатка мякоти усиливает перистальтику кишечника и улучшает деятельность полезной кишечной микрофлоры. Арбузная мякоть способствует выведению из организма излишней жидкости и улучшает питание печени легкоусвояемыми сахарами, а также помогает избавиться от лишнего холестерина.

Говорят, что арбуз восстанавливает кислотно-щелочное равновесие в организме. Как это происходит? Основные наши продукты питания — мясо, рыба, яйца, хлеб, сыр и т. п. — имеют кислую реакцию, поэтому в организме накапливается избыток кислот, что не лучшим образом влияет на обменные процессы. А вот арбузная мякоть содержит щелочные вещества (это, кстати, относится ко многим овощам и фруктам) и способствует восстановлению щелочно-кислотного равновесия. Сочетание многочисленных целебных свойств арбуза с его низкой калорийностью весьма полезно — медики рекомендуют арбуз при болезнях почек и печени, а также при подагре.



Правда, что арбуз содержит только «хорошие» сахара? Мы любим арбуз за сладость. Сахара в нем действительно много: в среднем 400—500 г на один плод. Девять десятых всех сухих веществ мякоти приходятся на долю сахаров — глюкозы, фруктозы, сахарозы, причем фруктозы больше всего. С точки зрения диететики весьма важно, что к моменту созревания в плодах преобладают «хорошие» фруктоза и глюкоза и лишь потом, при достаточно долгом хранении, накапливается сахароза, та самая, которая вредный сахар-рафинад... Такой полезный набор сахаров хочется сохранить подольше. Для этого из арбузной мякоти отжимают сок и упаривают его до консистенции сметаны. Получается патока, которую называют «арбузным медом». С этим медом, а в нем не менее 60% сахаров, зимой пьют чай.

Почему в спелом арбузе внутри есть пустота? Откуда она берется? Тоже из-за сахаров. Съедобная красная часть плода именуется у специалистов коровой мякотью. Чем ближе к центру, тем крупнее становятся клетки мякоти, и в самой середине они достигают миллиметра. Их можно увидеть невооруженным глазом. Этот гигантизм вызван тем, что в клеточном соке много сахара и повышенное осмотическое давление растягивает стенки. Если концентрация сахара продолжает расти, то стенки могут и не выдержать. Тогда они рвутся, освобождая сок, который испаряется через устьица в коре, а в арбузе образуются полости. Это значит, что арбуз перезрел.

Есть ли польза от арбузных семечек? Арбузные семечки содержат до 25–30% жирного масла, которое по вкусу не уступает оливковому. В тех местах, где организована переработка арбузов, это масло отжимают и используют в пищу. Специалисты говорят, что оно вполне может заменить медицинское миндальное. И между прочим, синицы предпочитают сушеные арбузные семечки любой другой пище. А людям не нравится плеваться семечками, и к их услугам бессемечковый сорт, который вывел японский генетик Кихара. Этот сорт сейчас успешно выращивают в Японии.

И раз уж мы заговорили о семечках, то позвольте вам напомнить об арбузных корках. Из них готовят цукаты, ими кормят скот, отвар свежих арбузных корок — отличное мочегонное средство. Есть еще и кормовые сорта арбуза, которые используют целиком. Из этих сортов производят пищевой пектин, помогающий выводить из организма соли тяжелых металлов и другие токсичные вещества. Так что арбуз — продукт практически безотходный.

Как правильно выбрать арбуз? Говорят, что спелые арбузы плавают в воде, а неспелые в ней тонут, поскольку плотность плодов при созревании уменьшается. Вероятно, так оно и есть, но возле лотков с арбузами, как правило, нет ванны с водой. Говорят также, что есть приборы, измеряющие вес арбуза в соотношении с объемом, но таких приборов в продаже пока не видно... Большинство покупателей ориентируются на внешние признаки спелости — посветление основной окраски, подсохшая плодоножка и глухой звук при постукивании. Эти признаки самые надежные. Многие зависят и от сорта арбуза, и от времени, отведенного ему на созревание. Очень сочные и сладкие арбузы сорта Мелитопольский — эллиптической формы со светло-зелеными полосками.

Какие еще бывают арбузы? Помимо арбуза обыкновенного, или съедобного, о котором, собственно, и шла речь, есть еще два вида арбузов: безусиковый и колоцинт. Арбуз безусиковый обитает только в районе пустыни Намиб и для нас малоинтересен. Колоцинт, в отличие от обыкновенного арбуза, многолетнее растение. Его мелкие плоды покрыты восковым налетом, а мякоть горькая и несъедобная. Но зато она содержит смолу колоцинтин, обладающую сильным слабительным действием. Ради этой смолы, которую использует традиционная медицина многих стран, колоцинт разводят по берегам Средиземного моря, а также в Индии и Юго-Западной Азии.

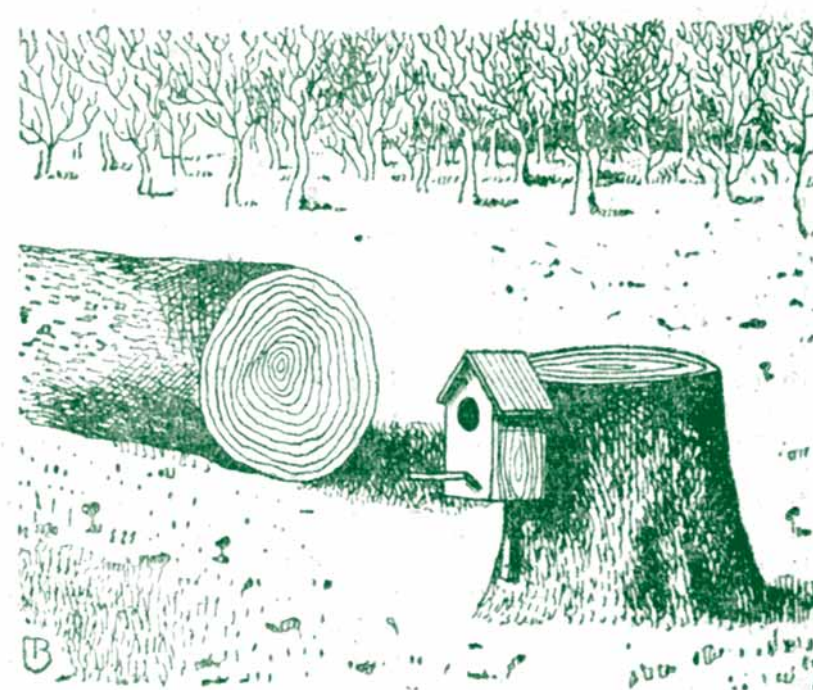
Л.Викторова



**НЕПРОСТЫЕ ОТВЕТЫ
НА ПРОСТЫЕ ВОПРОСЫ**

Художник Е. Станикова





КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Съешь яблочко – будет у тебя ребенок

Помните, как сказочной царице, у которой не было детей, колдунья давала волшебное яблочко? Для самых больших попугаев планеты, обитающих в Новой Зеландии, совиных ара, или какапо, эта сказка – суровая реальность. Отложить яйца они могут только в том случае, если поедят семена дерева риму, или розовой сосны. А она сохранилась лишь на западном берегу Южного острова и дает шишки хорошо если раз в два года, обычно же это происходит раз в шесть лет. Вот и приходится попугаям дожидаться подходящего для зачатия момента. Выручает какапо только то, что живут они долго – более 60 лет. С другой стороны, маленькие крылышки с размахом 25 см не могут поднять в воздух птицу ростом в добрые 60 см, и свои любимые семена попугаи вынуждены собирать, перемещаясь пешком под кронами тропического леса, где их подстерегает немало опасностей: люди, собаки, кошки и прочие хищники. К счастью для какапо, один из его врагов, а именно гигантский орел (см. «Химию и жизнь», 2006, № 12), уже вымер. Но попугаев это не спасает: в 1995 году их осталось всего 51. Вдобавок новозеландцы всю вырубают свои леса.

Английские зоологи не могли пройти мимо страданий этой необыкновенной птицы и решили ей помочь («Альфа Галилео», 20.08.2007). «Анализ диеты попугаев показал, что в низкой скорости размножения виновата именно дерево риму: только его семена позволяют птице набрать запас необходимых веществ для откладывания яиц. В 2002 году мы разработали добавку к рациону какапо, разбросали сделанные из нее питательные гранулы и получили замечательный результат: в первый же год эксперимента попугаи отложили 67 яиц. Спустя пять лет эта птица, хоть и остается достаточно редкой, уже не обречена на вымирание», – говорит профессор Дэвид Хьюстон из университета Глазго, который занят восстановлением численности гигантских попугаев вместе с новозеландским департаментом охраны природы.

С.Алексеев

Пишут, что...



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

...самая весомая причина естественных колебаний климата в Европе – так называемая тихоокеанская десятилетняя осцилляция: температурные аномалии на поверхности Тихого океана между 20 и 60° с.ш., повторяющиеся с периодом десять лет («Морской гидрофизический журнал», 2007, № 4, с.13–23)...

...66,5% нефтегазоносных ресурсов шельфа Российской Федерации приходится на северные моря: Баренцево и Карское («Геофизика», 2007, № 3, с.51–57)...

...официальное название научной дисциплины «экономическая, социальная и политическая география» предлагается заменить более широким «гуманитарная география», по аналогии с принятым на Западе термином «human geography» («Известия Русского географического общества», 2007, т.139, № 4, с.1–18)...

...уже десять лет в Сети существует WWW-MINCRYST (<http://database.iem.ac.ru/mincryst>), Кристаллографическая и кристаллохимическая база данных для минералов и их структурных аналогов («Записки Русского минералогического общества», 2007, № 3, с.135–141)...

...свободно распространяемое, но не бесплатное программное обеспечение может послужить мощным стимулом для развития авторского права, причем восстановится его первоначальный смысл – служение интересам общества («Интеллектуальная собственность. Авторское право и смежные права», 2007, № 8, с.41–46)...

...исследовано мутагенное действие компонента ракетного топлива несимметричного диметилгидразина на крыс разного возраста («Генетика», 2007, т.43, № 6, с.742–746)...

...у пчелиных семей, в которых больше относительное количество личинок и куколок, в гнездах во время зимовки теплее («Энтомологическое обозрение», 2007, т.86, № 2, с.241–246)...



...введение двухмесячным мышам лимфоидных клеток от старых мышей приводит к преждевременному появлению в крови молодых мышей фактора старения («Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», 2007, т.144, № 7, с.100—102)...

...работа митохондрий, «энергетических станций клетки», регулируется гормонами, в частности, адреналином и норадреналином, эстрогеном, инсулином («Биомедицинская химия», 2007, т.52, № 5, с.425—447)...

...вживание млекопитающим под кожу термографов показало, что реальная температура их тела в течение года колеблется в довольно широких пределах, например, у лисицы — от 32,5 до 39°C, у якутской лошади — от 28,5 до 38,5°C («Журнал эволюционной биохимии и физиологии», 2007, т.43, № 3, с.306)...

...в эволюции цветковых растений огромную роль сыграла полиплоидия — кратное увеличение числа хромосом, тогда как у голосеменных, за исключением секвойи, полиплоидизации вообще не наблюдается («Цитология», 2007, т.42, № 6, с.433—441)...

...в тайге на территории Томской области обнаружена группа сибирских кедровых сосен возрастом более 700 лет («Ботанический журнал», 2007, т.92, № 6, с.877—884)...

...даже отдельные ушедшие с рыбозем трансгенные особи лосося могут оказывать сильное влияние на природные популяции («Цитология и генетика» НАНУ, 2007, № 4, с.72—79)...

...изучение внутричерепного слепка тарбозавра из семейства тираннозаврид показало, что мозг этих ящеров был достаточно развит для общения с помощью звуков («Палеонтологический журнал», 2007, № 3, с.45—55)...

...самые урожайные кусты брусники — молодые и среднего возраста, причем на молодых кустах больше всего хороших ягод («Растительные ресурсы», 2007, т.43, № 3, с.1—8)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Мозг всегда думает дважды

Наверное, каждый не раз попадал в ситуацию, когда, решив что-либо предпринять, в последний момент он слышал внутренний голос: «Не делай этого». Например, не посылать своему оппоненту чрезмерно гневное письмо, написанное в минуту раздражения, или не откладывая покупку этой вещи, иначе потом она исчезнет из продажи. Житейский опыт свидетельствует, что нередко внутренний голос оказывается прав, и если прислушаться к нему, то можно избежать как неприятностей, так и попусту потраченного времени.

Как пишет «Journal of Neuroscience» (22.08.07), ученые из Великобритании и Бельгии на деньги Германского фонда исследований сумели доказать, что внутренний голос — это не миф, не герой многочисленных анекдотов, а самый что ни на есть реальный персонаж, обитающий в нашем мозгу.

В ходе эксперимента группе добровольцев предложили по сигналу нажимать на кнопку, причем время от времени в самый последний момент менять заранее принятое решение — отказываться от нажатия. За мозгами добровольцев следили с помощью магнитно-резонансного сканера. И оказалось, что перед сменой решения в средней части лобной коры активизируется небольшая область. Если же участник эксперимента решения не менял, то есть жал на кнопку, как и задумал, эта область оставалась спокойной. Более того, у тех, кто часто менял решения, ее активность была гораздо больше, чем у предпочитающих настаивать на своем. Так что ученые в конце концов даже научились предсказывать, кто нажмет на кнопку, а кто отдернет руку в последний момент.

«Не исключено, что мы нашли ответ на вопрос, почему одни люди импульсивны, а другие действуют по составленному заранее плану. Похоже, все дело в разной активности этой небольшой области мозга», — говорит один из авторов исследования, профессор Патрик Хаггард из Лондонского университета.

С.Анофелес

«Химия и жизнь», 2007, №9, www.hij.ru



Е.В.ШУБИНУ, Воронеж: Платина и палладий раствори-
мы в царской водке, но все остальные металлы платиновой
группы в ней не растворяются.

А.Д.КАРАСЕВОЙ, Санкт-Петербург: Краски, используе-
мые в фотопринтерах, действительно выгорают на солн-
це, а если изображение не предполагают хранить в защи-
щенном от света месте, его покрывают специальным УФ-
защитным лаком.

Н.Н.СМИРНИЦКОЙ, Уфа: Перец-горошек и стручковый
перец не только принадлежат к разным семействам, в них
и жгучие вещества разные: в горошинах черного и белого пер-
ца — алкалоид пиперин, в стручковом перце — капсаицин.

Л.В.ДМИТРИЕВОЙ, Новокузнецк: Фолиевая кислота со-
держится в зеленых листьях растений, дрожжах, печени и
некоторых других пищевых продуктах, а кроме того, ее син-
тезируют микроорганизмы, обитающие в кишечнике чело-
века и животных, вот почему недостаточность фолиевой
кислоты в эксперименте вызывают не только диетой, но и
введением антибиотиков.

О.В.СОКОЛЕНКО, Москва: «Странная наука», или «weird
science», — согласно англо-русскому словарю, совокупность
необычных процедур (изучение слухов и сплетен в сочета-
нии с исследованием языка телодвижений, игрового действия
и т.д.), имеющих целью измерить общественное мнение и
сделать прогноз.

КАНЬОНУ, вопрос из Интернета: Возможно, вам запом-
нилась одна из статей А.Травина, которые публиковались
у нас в середине 90-х; но все-таки не «девочка еще в утробе
превращается в мальчика», а мальчик развивается так же,
как девочка, пока гены Y-хромосомы не направят развитие
по мужскому пути.

М.В.КОЖЕВНИКОВУ, Саратов: Просим прощения у на-
шего постоянного автора, конечно же мы помним, что пра-
вильные инициалы — М.В., а не М.Ю., это эпиграф из Лер-
монтова нас запутал.

А.С., Москва: Придумать, как могло бы протекать бес-
кислородное окисление глюкозы с высоким выходом АТФ, —
это полдела, главная проблема состоит в том, где взять
ферменты, которые осуществляли бы эту цепочку реакций.

Космос —



Человек за свою жизнь встречает немало
соблазнов, и на погоню за ними он готов
потратить отпущенное ему время. Одна-
ко если задуматься, единственное дело,
которым имеет смысл заниматься с полной отдачей,
— это, используя выражение Макса Фрая, долго убе-
гать от смерти в коридорах времени, а еще лучше
найти такой уголок, где можно спрятаться от нее на-
всегда. В принципе, достижения биологии и кибер-
нетики делают надежду на подобное развитие собы-
тий небезосновательной. Достичь бессмертия без
применения магии, по крайней мере теоретически,
возможно, следуя по одному из четырех путей: по-
стоянное обновление органов и тканей человеческого
тела с помощью клеточной и тканевой хирургии,
выведение человека, лишённого генов, которые вы-
зывают старение, замена различных органов проте-

это шаг к бессмертию

Художник Н. Колпакова



КСТАТИ О КОСМОСЕ

великий философ-космист Н.Ф.Федоров, считавший воскрешение предков высшей целью регуляции природы средствами науки и техники. Естественно, возникала проблема: где их селить? Поиск решения привел мыслителей к необходимости межпланетных путешествий, и было это более столетия назад.

А что мы имеем сейчас, спустя полвека после начала космической эры? Не так уж и мало. Во-первых, у нас есть идея члена-корреспондента РАН И.С.Шкловского о неизбежности (безотносительно проблемы бессмертия) неограниченной космической экспансии человека. Во-вторых, мы разглядели у многих окружающих нас звезд планеты. Пока что это планеты-гиганты, но наверняка не пройдет и десяти лет, как астрономы научатся видеть и небольшие планеты земного типа. В-третьих, понятна последовательность действий, которые надо предпринять, чтобы превратить какую-нибудь суровую планету вроде Марса в аналог Земли, то есть ее терраформировать и сделать пригодной для основания колонии в рамках проекта «Ковчег» — создания резервного местобитания человечества на случай глобальной катастрофы вроде падения крупного метеорита.

«Загадили одну планету, теперь собираются загадить и другую. А вдруг там есть жизнь и терраформирование ее уничтожит?» — говорят противники идеи преобразования Марса. Однако вряд ли создание комфортных для человека условий так уж однозначно можно назвать «загаживанием», да и есть ли другой выход? Если человечество собирается осваивать космос, в частности, для того, чтобы расширить среду своего обитания до бесконечности, начинать нужно с Луны и Марса. И это окажется важным шагом к достижению практического бессмертия индивида.

П.Данилов

зами и превращение человека в биомеханический организм, а также пересадка сознания в стационарную электронно-вычислительную машину. Однако все эти пути упираются в непреодолимое ныне препятствие: неограниченному числу существ, живущих бесконечное время, нужны неограниченные ресурсы, в противном случае очень быстро происходит катастрофа перенаселения. Например, внезапное повышение продолжительности жизни всего-то на десяток лет ведет к краху пенсионной системы. Другой способ, отказ от рождения новых существ, тоже кончается катастрофой, а именно прекращением развития — это на-

глядно показано в фантастических романах, например Айзека Азимова. В итоге долгоживущие существа вымирают, не умея приспособиться к изменениям окружающей среды. Поэтому остается единственный выход, который позволяет всерьез говорить о бессмертии: овладение бесконечным космосом.

Идея эта не нова. Поговаривают, что из мысли о бессмертии человеческого существа и появилась потребность в практическом освоении космоса. Ведь основоположник космонавтики К.Э.Циолковский служил учителем не где-нибудь, а в Боровске, то есть именно там, где в то же время жил

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«БИОТЕХНОЛОГИЯ. ВОДА И ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ»

6-я МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

«МИР БИОТЕХНОЛОГИИ' 2008»

Москва, Новый Арбат, 36/9 (Здание Правительства Москвы)



Под патронажем
Правительства Москвы

МОСКВА, РОССИЯ

11 - 13 марта
2008

ТЕМАТИКА МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Секция 1. Пищевая биотехнология

- Современная биотехнология и биобезопасность.
- Биотехнология, пища и здоровье. Реализация концепции здорового питания в России.
- Пища XXI века – новые подходы и технологические приемы: конструирование пищи, использование микроорганизмов, высокое давление, кавитация, тонкое измельчение и др. Прижизненное формирование качественных характеристик сельхоз сырья.
- Пищевые продукты, пищевые добавки и биологически активные добавки к пище, вспомогательные технологические средства в пищевой промышленности на основе биотехнологии.
- Методы и средства биотехнологии и нанотехнологии в контроле производства пищевой продукции, ее качества и безопасности.
- Нетрадиционные источники пищи. Перспективные штаммы микроорганизмов для интенсификации технологических процессов пищевой промышленности.
- Регулирование и контроль функциональных свойств пищевых продуктов. Современные представления о функциональных продуктах.
- Пища и пищевые загрязнители.
- Биологические объекты и нанотехнологии в пищевой промышленности.
- Генно- модифицированные организмы в производстве продуктов питания. Методы исследований, мировой опыт.
- Нанотехнологии, в том числе: катализаторы на основе наноматериалов для пищевой и спиртовой промышленности.

Секция 2. Ферменты в пищевой промышленности

- Влияние воды на ферментативную активность в пищевых продуктах.
- Направленный ферментативный катализ для получения продуктов с заданным фракционным составом и функциональными свойствами.
- Ферментативный катализ переработки сельхоз сырья – путь интенсификации биотехнологических процессов в пищевой промышленности.
- Производство пива и осветление соков, хлебобулочная промышленность, модификация крахмала, мясомолочная промышленность и другие отрасли, пробиотики, контроль качества продукции и др.

Секция 3. Вода и пищевые технологии: безопасность, качество и эффективность

3.1. Современные представления о структуре и свойствах воды, термодинамические и физические свойства связанной воды, энергии связей, активность воды.

Приборы для определения активности воды.

- Пищевые продукты с промежуточной влажностью. Влияние активности воды на сроки хранения и развитие микрофлоры.
 - Способы улучшения качества воды, водоподготовка и т.д.
 - Изменения активности воды при различных способах хранения, технологической и кулинарной обработке.
 - Структурное состояние и биологическая активность воды в продуктах питания и их изменения при различных способах хранения, технологической и кулинарной обработки продуктов питания.
 - Роль и значение макро- и микроэлементного состава питьевых вод и продуктов питания в коррекции показателей здоровья населения.
 - Изотопный водородно-кислородный состав воды
- 3.2. Биотехнология очистки вод
- Анаэробный и аэробный процессы очистки сточных вод.
 - Биохимия и биотехнология разрушения ксенобиотиков.
 - ZWO (Международная организация Воды) – активность, проекты и результаты

Секция 4. Инновации, финансы и бизнес в пищевой биотехнологии.

Секция 5. Биотехнологическое образование и пищевая промышленность.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ КОНФЕРЕНЦИИ:

• Российско-Американский симпозиум

«Актуальные вопросы российско-американского сотрудничества в области биотехнологий. Опыт реализации биотехнологических инновационных проектов в США и России»

• В рамках конференции традиционно проводится конкурс на лучшую научно-исследовательскую работу молодых ученых – участников конференции: условия участия на сайте:

<http://www.mosbiotechworld.ru/rus/konkurs.php>

Прием тезисов до 6 февраля 2008 г.



www.mosbiotechworld.ru

Тематика выставки: Весь спектр биопродуктов для пищевой и фармацевтической промышленности, агропромышленного комплекса, ветеринарии, геологии, промышленных предприятий, а также биоагенты для охраны и восстановления окружающей среды. Биологически активные добавки, Тест-системы для определения качества и биологической активности воды, определения алкоголя и наркотических веществ. Биокатализ и биокаталитические технологии, биодизель, биоэтанол. Питательные среды. Процессы и аппараты для очистки и подготовки воды. Оборудование и контрольно-измерительные приборы по определению активности воды, молекулярной структуры и изотопного водородно-кислородного состава воды в пищевых отраслях промышленности, медицине, косметологии и др. Промышленная и лабораторная безопасность, катализаторы на основе наноматериалов, нетрадиционные источники пищи, функциональные пищевые ингредиенты и продукты (технология получения и применения).

Контакты: (495) 981-70-51, 981-70-54, 981-79-59

E-mail: aleshnikova@mosbiotechworld.ru, expo@mosbiotechworld.ru