

Instagram

Анжелика и Яншик







Химия и жизнь—XXI век

Ежемесячный
научно-популярный
журнал

9
2003

*Нет ничего лучше
одиночества,
когда ты не одинок.*

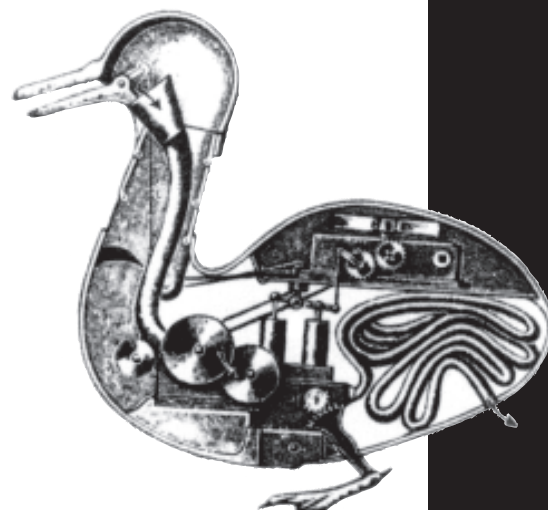
Б. Шоу



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок Н.Крацина
к статье «Молекулы и гены облысения»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
М.Шагала «Часы с синим крылом».*

*По какому знаку, каким образом появляются
и как поддерживаются устойчивые стереотипы
в поведении, читайте в статье
«Введение в вурдалакологию».*





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

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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор

Л.Н.Стрельникова

Главный художник

А.В.Астрин

Ответственный секретарь

Н.Д.Соколов

Редакторы и обозреватели

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

Производство

Т.М.Макарова

Служба информации

В.В.Благутина

Агентство ИнформНаука

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

Подписано в печать 25.08.2003
 Допечатный процесс ООО «Марк Принт
 энд Паблишер», тел.: (095) 136-37-47
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:

105005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(095) 267-54-18,

e-mail: redaktor@hij.ru

Ищите нас в интернете по адресам:

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

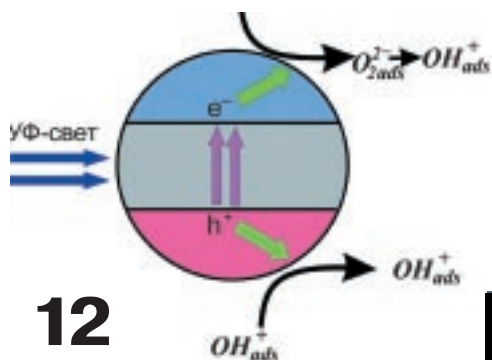
<http://www.informnauka.ru>

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

На журнал можно подписаться
 в агентствах:

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

© Издательство
 научно-популярной литературы
 «Химия и жизнь»



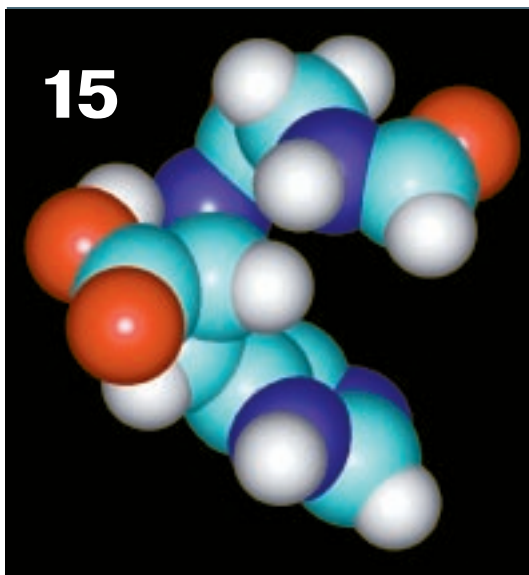
12

С помощью фотокатализа можно отлично удалить из воздуха и воды практически все примеси, а также делать самоочищающиеся и незапотевающие стекла.

Мы часто слышим о помутнении хрусталика, а вот об осветлении хрусталика знают совсем немногие, хотя сегодня это уже возможно. Терапию катаракты сделала возможной в том числе и работы российских ученых М.А.Бабижаева и А.И.Деева. Зарубежные ученые расценивают это как прорыв русских в офтальмологии.

Химия и жизнь — XXI век

15



ВНИМАНИЕ, КОНКУРС

ЧТО ТАКОЕ ДУША	4
ДУША ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ.....	5

ИНФОРМНАУКА

ВПЕРЕД — К УПРАВЛЯЕМОМУ ТЕРМОЯДУ	6
УРАН — ОТДЕЛЬНО, ПЛУТОНИЙ — ОТДЕЛЬНО	6
КАСПИЙСКИЕ ЦУНАМИ	7
ГЕНОВ СТАРЕНИЯ НЕТ, НО ЕСТЬ ПРОГРАММА	7
ЧТО ТВОРИТСЯ В МОЗГУ СЕКСУАЛЬНОГО МАНЬЯКА	8
ПОЛЕТ ПОБУЖДАЕТ К СЕКСУАЛЬНЫМ ПОБЕДАМ	8
КАК РАЗГЛЯДЕТЬ СНАЙПЕРА	9
РОБОТ-ПОЖАРНЫЙ «ТАЙГА»	9
СВЕРХЛЕГКИЙ ПЕНОБЕТОН	9
ДИАГНОЗ ПО СКОРОСТИ РЕФЛЕКСА	10
Я Б ХОТЕЛ ЗАБЫТЬСЯ И ЗАСНУТЬ...	10
АКУПУНКТУРНАЯ ДИАГНОСТИКА	11

ТЕХНОЛОГИЯ

В.Благутина	
ОЧИСТКА СВЕТОМ	12

ЗДОРОВЬЕ

М.Рачковский	
ОСВЕТЛЕНИЕ ХРУСТАЛИКА	15

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

М.Литвинов	
ПОДСВЕЧЕННЫЕ ГЕНЫ	20

ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

Ч.Х.Таунс	
ЛАЗЕРЫ	23

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Н.К.Мышкин, М.И.Петроковец	
С НИМ — ТРУДНО, БЕЗ НЕГО — ВДВОЙНЕ	28



23

Что обеспечивает научно-технологический прорыв?

Об этом размышлял лауреат Нобелевской премии Чарльз Х. Таунс в своей лекции, которую он прочитал этим летом в Санкт-Петербурге на встрече нобелевских лауреатов «Наука и прогресс человечества».

46

В нынешнем сентябре в Казани прошел XX Менделеевский съезд, на который по традиции собираются лучшие химики страны. Первый же съезд состоялся в 1907 году в Санкт-Петербурге. Здесь же ему было присвоено имя великого русского химика Д.И.Менделеева, который умер за год до этого.



В номере

4

ВНИМАНИЕ – КОНКУРС!

Что такое душа?

«Химия и жизнь» объявляет конкурс на лучшее определение души. Оно должно быть коротким, емким и по возможности научным, а не поэтическим.

Работы на конкурс присылайте по электронной почте redactor@hij.ru или обычной почтой на адрес редакции с пометкой «Конкурс».

7

ИНФОРМНАУКА

Чем отмерен наш срок? Несколько лет назад мы писали, что наши биологические часы — это теломеры, концевые участки хромосом, укорачивающиеся после каждого клеточного деления. Однако А.М.Оловников, предсказавший существование теломер, считает, что запрограммированное естественное старение реализуют так называемые хрономеры. Осталось только найти их.

33

ЗДОРОВЬЕ

Для того чтобы не облысеть раньше времени, есть бесплатное и эффективное средство: надо регулярно стоять вверх ногами пару минут.

54

РАДОСТИ ЖИЗНИ

Как готовить японскую айву, чтобы полученный продукт можно было есть? Своим рецептом делится наш читатель из Смоленска В.Г.Меренков.

ЗДОРОВЬЕ

С.Ю.Афонькин

МОЛЕКУЛЫ И ГЕНЫ ОБЛЫСЕНИЯ 33

ИСТОРИЯ НАУКИ

А.А.Махров

РУКОТВОРНЫЕ ВИДЫ 37

Р.И.Жданов, А.Р.Жданов

75 ЛЕТ НАЗАД В КАЗАНИ... 46

ПОРТРЕТЫ

М.Б.Медникова

«В ПРИНЦИПЕ МЕНЯ МОЖНО НАЗВАТЬ СЧАСТЛИВЫМ» 48

Б.М.Медников

ВВЕДЕНИЕ В ВУРДАКОЛОГИЮ 50

РАДОСТИ ЖИЗНИ

В.Г.Меренков

ХЕНОМЕЛЕС — КЛУБНИКА ДЛЯ ЛЕНИВЫХ 54

С.Логинов

СПОРЫ О ВКУСЕ УСТРИЦ 56

ФАНТАСКАКА

Кир Бульчев

КСЕНИЯ БЕЗ ГОЛОВЫ 62

ЖЕРТВА НАУКИ

Н.Резник

ПОЗНАЮЩИЙ СЕБЯ 68

НОВОСТИ НАУКИ

18

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

70

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ

26

ПИШУТ, ЧТО...

70

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

42

ПЕРЕПИСКА

72

Что такое душа?

Когда мы употребляем обороты «большой души человек», «зачерствел душой», мы точно знаем, о чем идет речь. А если знаем, то можем дать определение. Или, во всяком случае, попытаться.

С материей естественные науки в общих чертах разобрались, поскольку большинство объектов исследования материальны. Все, кто учился при Советской власти, безусловно помнят ленинское определение: «Философская категория для обозначения объективной реальности, которая дана человеку в ощущениях». А для тех, кто не любит творчество данного автора, есть простая цитата из толкового словаря: «1. Объективная реальность, существующая вне и независимо от человеческого сознания. 2. Вещество, из которого состоят физические тела природы».

Что касается идеального, второй неотъемлемой части мироздания, то здесь все сложнее и туманнее. Вот и душа в энциклопедиях и словарях по сей день представлена двумя «ипостасями». Статья на букву «Д» рассматривает душу как религиозно-мифологическое представление, характерное для развитых культур, некий поэтически выраженный результат самопознания. В то же время предмет науки психологии — психика: «свойство высокоорганизованной материи, являющееся особой формой отражения субъектом объективной реальности». Несмотря на общий греческий корень, психологи и психиатры с конца XIX века решительно настаивают на том, что психика и душа — вещи разные. Душа — нечто из словаря поэта или священника, а психика — поле работы ученого-материалиста. Душа так и норовит существовать отдельно от тела, психика же вне мозга немислима. И прекрасно, сказали бы мы. Только вот определение — «свойство, являющееся особой формой» — как ни взгляни, несколько расплывчато.

Исследованием идеального мира занимаются религия и искусство. Однако «идеальное» (осторожности ради поставим здесь это слово в кавычки) все больше интересует и науку. Размышляя о том, насколько реально расшифровка нервного кода, обеспечивающе-

го мыслительный процесс, академик РАН Н.П.Бехтерева пишет: «Дальше будет идти некуда, дальше — идеальное! Материальное, лежащее в ее основе, могут изучать морфологи, физиологи, биофизики и т. д. А идеальное для таких материалистов — табу! Вот психологи, психиатры — пожалуйста... Но все-таки, что же такое для диалектического материалиста или просто наделенного кроме идеологии еще и здравым смыслом это идеальное? Ничто? Но «ничто» не может сдвигать горы, строить города, надо или не надо — поворачивать реки, передавать знания — да мало ли что еще делает человеческая мысль!.. Не только думаю, но верю и надеюсь, что задача изучения сущности так называемого идеального должна быть поставлена... Да так недолго и до души добраться, обязательно скажут оппоненты. Не обвиняйте меня, пожалуйста, в идеализме, философы. Идеалисты — это те, кто допускает, что горы сдвигает «ничто».

Как известно, взгляды Натальи Петровны Бехтеревой далеки от официальной позиции науки. Но непросто обвинить в некомпетентности человека, внесшего огромный вклад в развитие нейрофизиологии и нейронаук — тех самых материальных основ идеального. И в любом случае нельзя отказать в смелости женщине, взявшей на себя формулировку задачи, которой до сих пор чураются серьезные ученые и которую тем не менее придется решать. Впервые разграничив идеальное и материальное, философы вряд ли могли представить, что нога исследователя ступит на пограничную полосу, что люди станут фиксировать процессы в мозгу, сопровождающие математические вычисления, чтение стихов и религиозный экстаз. К чему приведут «пограничные инциденты» — окажется ли идеальное особой формой материи, так же, как абстрактная «единица наследственности» в конце концов оказалась участком молекулы ДНК? Состоится ли наконец встреча с «непознаваемым», которую те же философы так давно обещают ученым? Ясно одно: наука не отступится, пока не найдет ответа.

Сегодня мы предлагаем читателям принять участие в решении этой задачи.

ВНИМАНИЕ



«Химия и жизнь»
объявляет конкурс
на лучшее

определение души.

Оно должно быть

коротким

(диссертаций

присылать

не надо), емким

и по возможности

научным,

а не поэтическим.

А вот академическая

серьезность

не обязательна.

Как известно, чувство

юмора — один

из инструментов

познания мира.

Просим не переписывать

энциклопедические

словари — это мы сделаем

конкурс!

душа

по определению...



сами для экономии вашего времени.

У каждого человека есть его собственный духовный опыт, он-то нам и интересен. К тому же наши читатели безусловно не обделены интеллектом, поэтому подобная задача,

мы надеемся, покажется интересной. Ведь речь идет не об анкетировании или опросе, а о приглашении к коллективному творчеству.

Присылайте свои сообщения до 31 марта 2004 года на почтовый или электронный адрес редакции с пометкой «Конкурс».

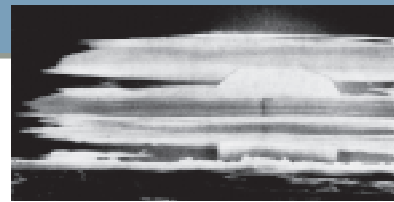
...Верование или убеждение, что наша мысль, чувство, воля, жизнь обусловлены чем-то отличным от нашего тела, хотя и связанным с ним... свойственно, по-видимому, всему человечеству и может быть констатировано на самых низких степенях культуры, у самых первобытных племен. Происхождение этого верования может быть сведено, в конце концов... к признанию своего «я», своей индивидуальности, более или менее тесно связанной с материальным телом, но не тождественной с ним, а только пользующейся им как жилищем, орудием, органом. ...Но подобное же движущее начало представляют, кроме человека, животные, растения, даже многие предметы неорганической природы. Волнующееся море, сверкающая молния... точно так же, как и тикающие часы, играющая табакерка, движущийся пароход, — все это способно вызвать представление о двигающей или проявляющейся силе, а так как сила, по аналогии с человеческой, предполагает ее производителя... то во всех этих формах силы или проявления можно также предполагать... некоторое движущее начало или «душу». И действительно, многие дикари пользуются одним и тем же словом, обозначающим у них душу, для названия всего выказывающего известную силу или движение...

В приложении к человеческой душе убеждение в ее отдельности от тела и способности покидать последнее могло возникнуть и укрепиться на основании наблюдений над явлениями сна, обморока, смерти... Эту расстающуюся с телом субстанцию народная мысль представляет себе как дыхание, дуновение, легкое облачко, пар, тень, летающую бабочку или птичку; но особенно распространено сравнение с дыханием, следы которого сохранились и теперь в языках культурных народов (anima, греч. *anemos*, санск. *atman* — дух, дыхание, душа, *spiritus*, *ugh*, *pneuma* и т. д.) По вопросу, где именно имеет душа свое местопребывание в теле, мнения народов разнятся между собою. Полинезийцы считали местопребыванием ее полость живота. Караибы, сиамцы помещали душу в сердце и жилах; папуасы и евреи — в крови... другие — в груди, голове, печени. При смерти душа выходит из тела (через рот), но дальнейшая ее судьба различными народами также понимается различно... Душа в философском смысле — см. Психология.

Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. 1893.

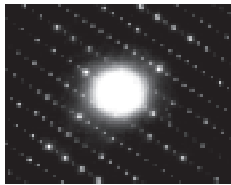
...Понятие, выражавшее исторически изменявшиеся воззрения на внутренний мир человека; в религии и идеалистической философии и психологии — понятие об особой нематериальной субстанции, независимой от тела. Понятие души восходит к анимистическим представлениям об особой силе, обитающей в теле человека и животного (иногда — и растения), покидающей его во время сна или в случае смерти... Аристотель является родоначальником научного подхода к изучению души как формы живого тела (с точки зрения аристотелевского расчленения формы и материи), рассматривая ее в контексте учения о целесообразности и развитии органической природы. Душа понимается Аристотелем как энтелегия (осуществление) тела, его активное целесообразное начало. Аристотель выделяет три вида души: питательную (растительную душу), чувствующую (животную душу — со способностями чувственного восприятия, желания и движения) и разумную душу (специфически человеческую)... В новоевропейской философии термин «душа» в собственном смысле стал употребляться для обозначения внутреннего мира человека... В экспериментальной психологии, получившей развитие с середины XIX века, понятие души вытесняется в значительной мере понятием психики. Потребность в целостном подходе к человеку и его психической жизни актуализировала на рубеже XIX–XX вв. интерес к проблеме души как внутренней жизни человека, придающей активность и целенаправленность его поведению и деятельности.

Большая Советская энциклопедия, третье издание, том 8, 1972



ЭНЕРГЕТИКА

Вперед — к управляемому термояду



На состоявшейся в июле в Санкт-Петербурге 30-й Европейской конференции по управляемому термоядерному синтезу и физике плазмы ведущие ученые мира обсуждали, как удержать в руках кусочек Солнца (eps2003@mail.ioffe.ru).

Зажечь термоядерную реакцию и управлять ею достаточно долго, в течение минут, — дело не столь уж отдаленного будущего. Во всяком случае, скоро должно быть принято решение о том, в каком месте нужно строить экспериментальный термоядерный реактор ИТЕР. Потребляя 50 МВт мощности, он должен в 2010 году за счет реакции трития с дейтерием выдавать мощность в 500 МВт. В Европе есть два претендента: Франция и Испания. Третий претендент — Япония, четвертый — Канада. Участники международного соглашения должны были принять решение о строительстве реактора этим летом, однако из-за угрозы террористических актов решение перенесено на более позднее время.

Япония больше всех вкладывает в этот международный проект: доля этой страны составляет 32% от общих затрат в 4,8 млрд. евро. Объединенная Европа смогла выделить лишь чуть больше — 34%. Оставшиеся 34% поровну разделили США и Россия. Причем мы финансируем лишь 10% стоимости строительства реактора, поэтому на место для стройки мы не можем претендовать. Это очень досадно, потому что именно та страна, в которой будет построен реактор, получит мощный импульс для развития самой высокой технологии. А ведь токамак, тороидная камера с магнитным полем, который лежит в основе конструкции ИТЕРА, — это наше изобретение, не говоря уж о самой идее удержать плазму магнитным полем и провести в ней термоядерную реакцию, которая принадлежит академикам А.Д.Сахарову и И.Е.Тамму.

Впрочем, нашим ученым тоже есть что предложить в совместный проект. Например, технологии изготовления сверхпроводящих магнитов, без которых нельзя удерживать плазму, или компоненты дивертора — системы, через которую полученная в результате термоядерной реакции

энергия выводится из системы. В числе отечественных приоритетов также оболочка для первой стенки реакционной камеры. Ее будет делать из самого легкого металла, бериллия, уникальные технологии обработки

которого созданы нашими учеными в ходе выполнения космической и ядерной программ. Есть у нас хорошие разработки и в области диагностики плазмы, систем ее нагрева или впрыска термоядерного топлива. Головные организации в нашей стране — Институт электрофизических систем им. Ефремова, проектирующий оборудование, Курчатовский институт, занятый работами по физике плазмы, ее нагреву, диагностике и системам безопасности, и ВНИИ неорганических материалов им. Бочвара, где ученые подбирают материалы, делают сверхпроводящие устройства и работают с тритием. А возглавляет все Министерство по атомной энергии РФ.

ИТЕР состоит из главного канала, центрального и боковых соленоидов и антенн. Вакуумными насосами в канале поддерживают вакуум, а топливо в виде капель сжиженного газа подают в плазму системой впрыска. Самые тяжелые части реактора — девять блоков главного канала размером 12 × 8 метров и весом по 600 тонн, шесть обмоток центрального соленоида размером 4,2 × 4,2 × 1,9 метра, весом 100 тонн каждая, 24 обмотки боковых соленоидов весом от 200 до 450 тонн каждая. Общий диаметр реактора — 30 метров. Для охлаждения всех систем он должен потреблять 33 тысячи кубометров воды в день.

По замыслу ученых, в главный канал помещают разреженный газ — водород с добавками дейтерия и трития, и постепенно нагревают его, пропуская сначала электрический ток. В определенный момент образуется плазма, и у потока газа возникает собственное магнитное поле. Оно взаимодействует с полем центрального соленоида и боковых соленоидов, которые удерживают плазму в виде тора. Эти поля сжимают плазму, а электромагнитные импульсы, которые подают через специальные антенны, ее подогревают. По мере роста температуры и давления возникают условия для термоядерной реакции между дейтерием и тритием. А на выходе получаются нейтроны и ядра гелия. Эти частицы покидают плазму и передают свою энергию стенкам канала и дивертору. Там она превращается в тепло, которое снимают с помощью воды и

далее передают для производства электрической энергии.

Самая главная задача, не решенная по сей день, — удержать плазму столь долго, чтобы энергия, выделившаяся в результате реакции, оказалась больше той, что потратили на нагрев. Только в этом случае термоядерный реактор из устройства, которое безвозвратно потребляет огромную энергию, сможет окупиться и получит шанс на дальнейшее развитие.

РАДИОХИМИЯ

Уран — отдельно, плутоний — отдельно

Московские ученые из ГЕОХИ им. Вернадского РАН заставили работать жидкую углекислоту. Насыщенная специальными реагентами, она сначала добывает из отработанного ядерного топлива отходов уран, потом — плутоний и улетает в атмосферу (btfmyas@pran.ru).

Дело в том, что отработанное ядерное топливо состоит из множества элементов. Прежде всего это не сгоревший уран, получившийся в результате ядерной реакции плутоний и многочисленные осколки деления, как радиоактивные, так и нет. Уран и плутоний необходимо извлечь в первую очередь: с одной стороны, они очень опасны, а с другой — из них можно делать новые тепловыделяющие элементы для АЭС.

Во всем мире для выделения урана и плутония используют так называемый ПУРЭКС-процесс. Не потому, что он так хорош, а потому, что лучше ничего пока не придумали. Суть его такова. Старые топливные элементы растворяют в азотной кислоте и вылавливают то, что требуется, специальным реагентом — трибутилфосфатом. В результате получают два раствора на основе ядовитой кислоты. В одном — почти весь уран и плутоний. В другом — остаток: немного урана и плутония, осколочные элементы и продукты коррозии. И объем этих жидкостей исчисляется тысячами тонн.

Метод, предложенный учеными под руководством академика Б.Ф.Мясоедова из ГЕОХИ им. Вернадского РАН, по сравнению с ПУРЭКС-процессом просто революционный. Потому что на выходе получается сухой остаток — цирконий, цезий, стронций и другие осколочные элементы, и два



водных раствора. Один — солей урана, другой — солей плутония. И еще углекислый газ, который возвращается в атмосферу. Дело в том, что этот газ, будучи сжат и слегка, до 35 градусов, нагрет, переходит в

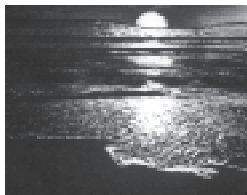
сверхкритическое состояние и становится столь же мощным растворителем, как ацетон и ему подобные. Использование сверхкритической углекислоты считается одним из основных направлений «зеленой» химии, которая стремительно развивается вот уже десяток лет.

С помощью этой сверхкритической технологии и извлекают уран на первом этапе. Для этого в герметичной камере отработанное ядерное топливо заливают под давлением сверхкритической двуокиси углерода, в которой растворен специальный реагент. Уран образует с ним комплекс и растворяется, а плутоний и осколочные элементы — нет. Они оседают на дне камеры.

Затем давление понижают, и углекислоту пропускают через воду. Уран в виде раствора солей в ней остается, а чистая углекислота улетает. Интересно, что таким методом уран удаётся извлечь практически полностью.

Второй этап — это разделение остатка, то есть смеси плутония с продуктами деления урана. Чтобы выделить плутоний, ученые хотят повторить процесс, но уже с другим веществом. Он будет реагировать только с плутонием, не обращая внимания на другие компоненты смеси.

«Над этой стадией процесса мы сейчас активно работаем, — рассказывает академик Б.Ф.Мясоедов. — Экстрагент уже найден. Между прочим, проблему пытаются решить ученые во всем мире, однако первые результаты по разделению урана и плутония получены именно у нас. Другой вопрос — для чего нужен плутоний, если использовать его в мирных целях. Но будущее атомной энергетики — это реакторы на быстрых нейтронах. А для них как раз и нужно смешанное топливо — уран и плутоний. Здесь извлекаемые нами элементы и пригодятся».



ОКЕАНОЛОГИЯ

Каспийские цунами

Существует ли опасность цунами на Каспийском море? При финансовой поддержке РФФИ ученые из Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН установили, что раз в 50–60 лет на самом большом в мире озере подобные явления могут быть достаточно сильными, особенно на мел-

ководьях вблизи Апшеронского полуострова и восточного побережья Каспия, немного южнее пролива Кара-Богаз-Гол.

Каспийские цунами не чета знаменитым тихоокеанским, но доставить людям хлопот, застигнув врасплох, они все же могут. Ученые решили выяснить, как можно прогнозировать цунами и где их следует ожидать. Бывали случаи, когда вода внезапно поднималась более чем на метр, смывая с берега лодки и унося в море дома, а в 1895 году такое цунами разрушило нефтепровод на берегу Красноводского залива. Менее значительные аномалии, которые не так уж и редки, способны затруднить швартовку судов в портах и повреждать рыболовные снасти.

Специалисты выделили семь зон с высокой сейсмической активностью: четыре — на западном и три — на восточном побережье в средней части Каспия. Самая крупная зона совпадает с восточной оконечностью Терско-Каспийского разлома на восточном берегу, несколько меньшая — рядом, под водой на Апшеронском пороге, которая тоже приурочена к разлому. Магнитуда землетрясения, способного вызвать заметное цунами, должна составлять 7,2–7,5. Они случаются не чаще чем раз в 40–60 лет.

Океанологи создали математическую модель распространения волн при подводных землетрясениях в центре, на Апшеронском пороге, и на юге Каспия, а также на его южном побережье. Она учитывает их скорость, направление и высоту в зависимости от рельефа дна и береговой линии. Оказалось, что достаточно мелководный Апшеронский порог обладает волноводными свойствами. В результате рефракции волн на его склонах под удар могут попасть Апшерон и Красноводско-Челекенский участок каспийского берега.

За период с 1743 по 1989 год известно о двенадцати цунами разной силы. Самые мощные из них пришли на восточное побережье в 1895 и 1933 годах, а чаще всего они отмечались в Баку и Дербенте. В 1989 году в банке Ливанова наблюдали аномальное колебание уровня воды, вызвавшее сильную качку судов.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА

Генов старения нет, но есть программа

Возможно, животные и человек обладают биохимическим устройством для измерения продолжительности

жизни. Ключевую роль в этом устройстве играет короткая ДНК — хрономера. Хрономерную теорию старения, основанную на огромном экспериментальном материале, разработал А.М.Оловников из Института биохимической физики РАН при поддержке РФФИ (olovnikov@dol.ru).

В начале 70-х годов XX века российский ученый А.М.Оловников предсказал существование концевых последовательностей хромосом — теломер, которые укорачиваются после каждого клеточного деления. Теперь очень многие ученые считают, что именно укорочение теломер приводит к старению клеток. Однако сам А.М.Оловников убежден, что укорочение теломер — лишь свидетель старения, а отвечают за эти процессы специальные молекулы ДНК, хрономеры, расположенные в неделящихся клетках головного мозга. Пока это только гипотеза, основанная на огромном экспериментальном материале, который получен в последние годы российскими и зарубежными исследователями.

Хрономера — это копия крошечного участка хромосомной ДНК. Длина ее, по-видимому, составляет 10–15 тысяч пар нуклеотидов. Хрономера покрыта белками и лежит, как в гнезде, в особом углублении среди витков породившей ее хромосомы, соединенной с нею химическими связями. Хрономера содержит несколько генов, с которых специальный фермент (РНК-полимераза) печатает коротенькие молекулы РНК. Эти РНК взаимодействуют с определенными генами хромосомы, влияют на их активность, а следовательно, и на работу всей клетки.

Размеренное существование хрономер периодически нарушают гормональные бури — выбросы гормонов, следующих друг за другом с определенной частотой. Эти всплески длятся около десяти минут, и в них, скорее всего, участвуют гормон роста и/или инсулиноподобный фактор. Периоды затишья зависят от видовой принадлежности организма. У взрослого человека «бури» происходят, возможно, примерно раз в месяц (лунный ритм) или раз в две недели. В это время РНК-полимераза мчится по хрономере необычайно быстро. При этом на молекуле ДНК возникает огромное механическое напряжение, которое разрывает хрономеру. Пока она восстанавливает разрыв и заново устраивается в хромосомном гнезде, другие клеточные ферменты успевают ее «подъесть». Так хрономера укорачивается и постепенно теряет гены, с помощью которых стимулирует деятельность клеток центральной нервной системы, а эти клетки, в свою очередь, направляют активность подчиненных им периферических клеток тела. По-видимому, различные типы мозговых клеток обладают разными

по специфичности хрономерами, в целом же в ЦНС существует целая хрономерная сеть. Поэтому укорочение хрономер постепенно приводит к увяданию, пусть и не одновременно, практически всех систем, органов и тканей многоклеточного организма. Огромное количество признаков, которые контролируют хрономеры в ходе развития организма, позже оборачивается многочисленными признаками его старения. Не случайно исследования на разных видах позвоночных и беспозвоночных свидетельствуют, что мозг — это ведущий орган в старении организма.

Хрономеры еще не найдены, потому что их никто не искал, да и найти их нелегко. Даже программа «Геном человека» не обнаружила маленькие молекулы, последовательности которых неотличимы от соответствующих последовательностей хромосомной ДНК. Однако существуют некоторые данные, подтверждающие возможность существования хрономер. Так, уругвайские цитогенетики обнаружили в хромосомах необычные крошечные полости. Возможно, это и есть гнезда, из которых хрономеры выпали в процессе приготовления микроскопических препаратов.

А.М.Оловников убежден, что естественное старение запрограммировано. В основе его лежит не действие неких генов старения, а единый универсальный механизм — укорочение хрономер. Каждое укорочение — это щелчок биологических часов, отмеряющих продолжительность жизни животного и продолжительность его старения. Исходя из возможных свойств хрономер, А.М.Оловников предлагает несколько теоретически возможных генно-инженерных способов защиты хрономер или восстановления их от повреждений. Однако от теоретического «бессмертия» до его практического достижения — огромное расстояние. Для начала надо обнаружить хрономеры.

физиология

Что творится в мозгу сексуального маньяка

Изменения в электрической активности мозга у людей с патологией сексуального влечения выявили нейрофизиологи А.В.Киренская-Берус и А.А.Ткаченко из Государственного научного центра социальной и судебной психиатрии им. В.П.Сербского. Они исследовали 59 мужчин, 19 человек из них были обычными людьми, а остальные 40 —

больными с психическими расстройствами, совершившие сексуальные правонарушения. Однако из них только половине был поставлен диагноз парафилия — патология сексуального влечения.

Исследование состояло в записи электроэнцефалограммы — электрической активности мозга испытуемых с закрытыми и с открытыми глазами и во время тестов, таких, как счет в уме (тест на левое полушарие) и запоминание сложной геометрической фигуры (тест на правое полушарие). Ученые строили спектры мощности ритмов электрической активности мозга разной частоты и оценивали синхронность работы различных областей мозга.

У больных с патологией сексуального влечения ЭЭГ по нескольким показателям отличалась как от ЭЭГ нормальных людей, так и от ЭЭГ психически больных, но без диагноза парафилия. Только для первой группы была характерна повышенная мощность электрической активности в височных областях коры больших полушарий и пониженная — в центральных и лобных областях. То же самое касается и синхронности работы правого и левого полушария — в височной зоне она была больше нормы, а в центральной и лобной зонах — ниже нормы. Кроме того, у больных с патологией сексуального влечения намечались явные признаки дисфункции правого полушария.

При открывании глаз — это считается у нейрофизиологов функциональной нагрузкой — у пациентов с диагнозом парафилия в большей степени происходит сдвиг электрической активности мозга — десинхронизация. При выполнении тестов у них выявлено нарушение межполушарного взаимодействия.

Результаты привели исследователей к выводу, что у людей с ненормальным сексуальным поведением в мозгу формируется патологический очаг. По-видимому, он возникает в подкорке, в так называемой лимбической системе, где и гнездятся регуляторы сексуального поведения. Эти очаги распространяют свое влияние на все остальные части мозга, и, самое главное, у таких больных заторможена регулирующая роль лобной коры больших полушарий. Поэтому они совершенно не могут себя контролировать.

БИОЛОГИЯ

Полет побуждает к сексуальным победам

Как выяснили московские ученые из Института биологии развития им. Н.К.Кольцова РАН и МГУ им.М.В.Ло-

моносова, полет у сверчков стимулирует половое поведение: после имитации полета самцы стали чаще исполнять призывные брачные песни, были более благосклонны к самкам, чаще с ними спаривались и реже нападали. Самки же под влиянием полета, наоборот, становились более агрессивными. Вероятно, и у тех, и у других состояние полета повышает социальный статус в популяции.

О том, что полет изменяет агрессивное поведение самцов насекомых, было уже известно. Создавалось впечатление, что полетавший самец приобретает состояние победителя, так, как будто он одержал победу в драке. В.Дьякова из Института биологии развития РАН и А.Крушинский из Московского государственного университета заинтересовались, будет ли влиять полет на половое поведение сверчков. Они провели эксперимент с 176 сверчками обоих пола, которых наловили в Московском зоопарке. Сверчкам не давали летать, но интенсивный полет качественно имитировали. Для этого сверчка прикрепляли к специальному кронштейну и в подвешенном состоянии обдували струей воздуха из вентилятора в течение трех минут.

После того как подопытные насекомые таким образом «полетали», пару, самца и самку, сажали в камеру с перегородкой, которую затем убирала, и наблюдали за поведением насекомых. Сравнивали несколько пар: те, в которых летали оба партнера, те, где летал самец, где летала самка и нелетающие пары.

Оказалось, что у самцов полет явно стимулирует общение с противоположным полом. Начинают они с того, что чаще поют самкам призывные песни, а потом, естественно, более часто с ними спариваются. Летавшие самцы становятся гораздо менее агрессивными по отношению к своим подругам. Они предпочитают не драки, а любовь.

Интересно, что на самок на первый взгляд полет действует противоположным образом — их агрессивность по отношению к самцам возрастает. Но ученые нашли объяснение: у обоих полов полет повышает социальный статус. Самцы начинают вести себя как доминанты, что и усиливает их половое поведение, а самки, проявляя агрессию, возможно, добиваются более сильного партнера для спаривания.

Наблюдаемые изменения в поведении насекомых, очевидно, полезны на фоне того, что сам полет служит им для миграций и освоения новых территорий, где надо закрепиться.



ЭКСПО-Наука 2003



В июле в Москве работала IX Международная выставка молодежных научно-технических проектов «ЭКСПО-Наука 2003», которая была организована Международным движением научно-технического досуга (МИЛСЕТ), правительством Москвы и Всероссийским выставочным центром. Выставка, проходившая под лозунгом «Судьба планеты — в руках молодых», собрала около 2000 участников от 7 до 23 лет из 66 стран мира.

Почти 700 проектов было представлено в девяти разделах: техника и машинные технологии, математика, физика, химия, астрономия и космос, экология и науки о Земле, строительство и архитектура, медицина и биология, социальные науки. Причем первые два раздела были заполнены подавляющим числом российских проектов. Все-таки наши традиции технического и математического образования по-прежнему сильны. С несколькими проектами из области естественных наук мы решили познакомить наших читателей.

Как разглядеть снайпера

Неприятно, когда за вами подсматривают с помощью бинокля, подзорной трубы, приборов ночного видения или, не дай Бог, через оптический прицел. Нельзя ли как-то выявить тайных следопытов? Можно, если в вашем распоряжении окажется прибор, созданный в МГТУ им. Н.Э.Баумана.

Этот прибор спроектировала и изготовила группа сотрудников и студентов МГТУ им. Н.Э.Баумана. Точное название прибора — «Малогабаритная лазерная локационная аппаратура дистанционной разведки оптико-электронных приборов». Внешне он напоминает самую обычную любительскую видеокамеру. Поэтому если вы будете разглядывать через нее окрестности и близлежащие кусты, то это будет походить на обычную съемку. Однако если в кустах притаился человек с биноклем, ваша «камера» сразу же даст вам знать об этом с помощью ярких светящихся бликов, которые появятся на изображении точно в том месте, где обнаружен бинокль.

Принцип действия прибора основан на так называемом эффекте световозвращения. Прибор содержит малогабаритный мощный инфракрасный лазер, который подсвечивает наблюдаемое пространство. Если на пути излучения попадает оптика, оно частично отражается точно в направлении на источник подсвета — в отличие от зеркального или диффузионного отражения. И вот этот отраженный сигнал регистрирует прибор, мгновенно преобразуя его в светящиеся блики.

Проблема заключалась в том, чтобы безошибочно выделить искомое изображение и отсеять весь возможный шум — прочее излучение, поступающее в каме-

ру. Это удалось сделать с помощью оригинальной электронной схемы и уникального программного обеспечения, которые разработали студенты МГТУ. Интеллектуальная начинка позволяет с вероятностью 99,9% обнаружить следопыта с биноклем или прицелом, укрывшегося неподалеку.

Робот-пожарный «Тайга»

При тушении лесных пожаров одному человеку справиться трудно: слишком жесткие условия для работы. Здесь на помощь должна прийти техника, и лучше всего — дистанционно управляемые роботы.

Идея сконструировать робота-пожарника, который сможет работать в экстремальных условиях и заменить человека, появилась полтора года назад. Но ка-



Маленькая модель робота «Тайга»

кой она должна быть? И.Кудрявцев, старший научный сотрудник из лаборатории новой техники Марийского государственного технического университета, предложил своим ученикам подумать над ней. После нескольких мозговых штурмов стала вырисовываться возможная конструкция, реализовать которую в материале было уже делом техники. И уже через год на свет появился робот-пожарный «Тайга».

Наиболее эффективный сегодня способ тушения больших лесных пожаров — это так называемый метод отжига. Со всех сторон участка, где полыхает пламя, надо прокопать навстречу огню глубокие канавы или рвы и по этим рвам пустить из огнемета встречный огонь. И тогда пожар как бы схлопывается. Но копать рвы в зоне пожара не сможет ни один человек. Вот эту работу и будет выполнять робот-пожарный «Тайга». Внешне эта машина похожа на коробку, по бокам которой расположены руки-ноги-клешни — приспособления в виде шнеков. Благодаря этим шнекам, вгрызающимся в землю, робот не только перемещается, но и выкапывает ров на своем пути — противопожарную полосу. Причем ему все равно, во что вгрызаться — в песок, в завалы или в почву. Размеры робота — 2,4 м на 1,5 м на 0,6 м. Робот оснащен двигателем внутреннего сгорания или электродвигателем, управляется дистанционно.

Для тушения крупных пожаров таких роботов нужно много. Их сбрасывают с парашютом в авиационном контейнере по периметру площади огня, а дальше по команде из «центра» они устремляются навстречу огню, выкапывая противопожарные полосы. Робота, выполнившего приказ, отзывают, и он возвращается. А потом по канавам пускают огонь. Риск робота в таких условиях, конечно, велик, поэтому разработчики сделали его максимально дешевым.

Сверхлегкий пенобетон

Самый популярный сегодня утеплитель для массового строительства — пенобетон. Всем хорош этот материал: держит тепло, изолирует звук, в нем не заводятся мыши, он не выделяет никаких вредных веществ и не пылит, как минеральная вата. Одно плохо — он достаточно тяжелый. Эту проблему решили ученые из Казани, создав технологию изготовления сверхлегкого пенобетона.

Технология, разработанная В.Кондратьевым и Ю.Сабаниной с кафедры технологии строительных материалов, изделий и

конструкций Казанской государственной архитектурно-строительной академии, проста. Сначала надо приготовить объемную и стабильную пену. Обычно ее делают из синтетических или белковых пенообразователей, сильно перемешивая их в воде с помощью мощной мешалки. Важно подобрать такой пенообразователь, чтобы кратность пены была высокой, то есть чтобы объем образовавшейся пены в десятки раз превосходил исходную смесь, и разработать дешевую и разумную технологию приготовления пенобетона. Авторы экспериментировали в лаборатории, взбивая пену с помощью обычного миксера. В результате родилась технология, позволяющая получать то, что нужно.

Готовую пену добавляют к суспензии цемента в воде, а затем всю смесь перемешивают. Получившуюся массу, напоминающую по консистенции жидкую пенку для бритья, можно разливать по формам. Состав схватывается через полтора-два часа, и получаются блоки заданного формы размера. Эти блоки в четыре раза легче обычных: их плотность составляет 100–200 кг/куб. метр против обычных 400–800 кг/куб. м, а теплоизолирующие свойства лучше, поскольку количество пустот и микрополостей заполненных воздухом, в сверхлегком пенобетоне значительно больше. Прочность 200-килограммового пенобетона составляет 3,2 кг/кв. см.

Диагноз по скорости рефлекса

Точный диагноз — важнейший этап в любом лечении, поэтому ученые продолжают разрабатывать все новые методы диагностики. Оригинальный способ обнаружить неблагоприятные изменения щитовидной железы предложили кабардино-балкарские исследователи.

Ренат Икаев, студент 4-го курса Медицинского колледжа (г. Нальчик), под руководством Хаджи-Мурата Байсиева придумал и изготовил рефлексометр — прибор, позволяющий определить с точностью до миллисекунды скорость наступления рефлекса. Зачем это нужно и как это связано с щитовидной железой?

Гормоны щитовидной железы активно участвуют в деятельности нервной системы, в том числе и в формировании рефлексов. Поэтому время наступления рефлекса может служить косвенным показателем содержания гормонов в крови, а значит — состояния щитовидной же-

лезы. Это время и определяет простенький прибор, разработанный авторами.

К электронному секундомеру подсоединены два датчика. Первый представляет собой небольшой, диаметром 34 см, мягкий кожаный футляр, внутри которого спрятаны две плоские металлические пластинки. Если стукнуть по этому датчику, то пластинки сомкнутся и запустят секундомер. Этот датчик врач накладывает пациенту на коленку, когда он сидит, закинув ногу на ногу, и стучает по нему молоточком — именно так поступают невропатологи. Контакт замыкается, и запускается секундомер. Второй датчик должен остановить секундомер точно в тот момент, когда наступит рефлекс, а именно — когда дернется нога. Поэтому он представляет собой п-образную скобку со специальным контактом, которую надевают на подъем ноги пациента. Как только нога дернется, контакт замкнется и на экране секундомера сохранится величина наступления рефлекса.

О чем скажет эта величина врачам? Если человек здоров, то время наступления рефлекса составит 145–160 миллисекунд. Если у него не хватает гормонов, то есть присутствует гипопункция щитовидной железы, для проявления рефлекса потребуется большее время — больше 160 миллисекунд. Если же гормонов слишком много, то есть гиперфункция щитовидки, то рефлекс наступит быстрее, через 90–140 миллисекунд. Так по показаниям рефлексометра можно быстро поставить предварительный диагноз. Прибор действительно очень простой, компактный и наверняка дешевый. Он мог бы дополнить диагностический арсенал эндокринологов.

Я б хотел забыться и заснуть

Если вы всю ночь ворочаетесь и никак не можете найти удобного положения, то, возможно, у вас не все в порядке с постелью. Впрочем, факторов, влияющих на сон, много. Но чтобы их анализировать, необходимо сначала создать надежную методику оценки качества сна. Такую методику разработали тульские ученые.

В.Рыбалкина, студентка 2-го курса Российского государственного торгово-экономического университета, под руководством профессора А.К.Евдокимова разработала специальную экспериментальную кровать, снабженную датчиками, пультом управления и информационным табло. Такая кровать позволяет подсчитывать число переворотов пациента или

добровольца во время отдыха. Это число может служить показателем качества сна, ведь движение тела — это его реакция на отклонение от оптимальных условий сна, причем 70% всех движений тела влекут за собой снижение интенсивности сна. Для здорового человека среднее оптимальное количество переворотов за ночь равно 40. Если их больше, то надо разбираться почему.

Исследования на экспериментальной постели (мягкой, полужесткой и жесткой) показали, что холод и жара плохо сказываются на качестве сна. Спящий без одеяла человек обычно просыпается от холода при температуре воздуха +26°C и ниже. При температуре +32°C и выше он также просыпается, уменьшая продолжительность глубокого и активного сна. Оптимальная температура, обеспечивающая долгий и восстанавливающий силы сон — 24–27°C. Очень важно, чтобы постель, на которой мы спим, обладала достаточной теплопроводностью и отводила избыточное тепло от тела. Хорошая постель должна казаться слегка прохладной на ощупь. Плотные, грубые и неприятные на ощупь материалы не годятся. Сама постель должна быть достаточно мягкой, но при этом поддерживать тело.

Исследователи экспериментально установили, что для пациентов, у которых есть проблемы с позвоночником, наилучшая постель — это щит, гибкий в поперечном и жесткий в продольном направлении.

Исследователи также сформулировали полезные советы для всех, кто хочет полноценно выспаться и быть бодрым и работоспособным поутру. Итак, следует ограничить прием жидкости перед сном и не заниматься активной стимулирующей деятельностью; свести к минимуму шум и освещенность в спальне, поддерживать комфортную температуру; ложиться в постель в одно и то же время и только если вам хочется спать; лежать в постели, не заставляя себя уснуть; если не можете заснуть, то не лежите в постели более получаса; обеспечьте себе удобную кровать и хорошее постельное белье.

И еще. На качество сна, несомненно, влияет наше эмоциональное состояние. Мы переживаем стресс в разных жизненных ситуациях, величину которого оценивают в баллах по шкале эмоционального состояния Холмса. Вот ее данные:

1. Смерть супруга 100
2. Серьезная болезнь, травма 53
3. Решение завести собственное дело 39
4. Повышение уровня конфликтности в семье 35
5. Персональный успех, триумф ... 28
6. Изменение жилищных условий . 25
7. Изменение личных привычек 24



8. Изменение способов отдыха	19
9. Изменение режимов сна и отдыха	17
10. Изменение качества и типа питания	14

Акупунктурная диагностика

Электрические параметры биологически активных точек человека могут многое рассказать о здоровье человека. Прибор для измерения этих параметров разработали и сделали в Волгоградском государственном техническом университете.

Тело человека от пяток до макушки усеяно биологически активными точками. От прочих точек на поверхности тела их отличают особые электрические парамет-

ры. Опытному рефлексотерапевту достаточно знать параметры 24 основных точек, чтобы поставить диагноз. Теперь у врачей появилась возможность получить эти данные быстро и просто.

В лаборатории «Пульс» Волгоградского университета разработан и изготовлен специальный прибор для этих целей. Устроен он очень просто: два электрода, соединенные проводами с измерительным приборчиком. Для определения параметров одной точки достаточно нескольких секунд. Один электрод пациент зажимает в руке, а другой врач прикладывает к точке и через три секунды снимает показания с прибора.

Когда сняты показания со всех 24 точек, специальная компьютерная программа обрабатывает данные и строит круговую диаграмму, на которой нанесены 24 луча, соответствующие каждой точке. Если у вас со здоровьем все в порядке, то экспериментальная кривая уложится

в некий коридор, образованный двумя концентрическими окружностями. Этот коридор данных отражает норму. Если же участки вашей индивидуальной диаграммы выскочили на каких-то лучах за пределы коридора, то здесь надо разбираться. Такое отклонение свидетельствует о том, что электрические параметры точки либо слишком высоки (кривая выскакивает за пределы внешней окружности), либо слишком малы (кривая пригибается в центр круга). В зависимости от того, на каком участке это происходит, рефлексотерапевт ставит диагноз.

Процедура эта совершенно безболезненна и безопасна. Прибор хорош и тем, что может работать в разных режимах и не только снимать данные, но и при необходимости воздействовать на эти точки. Впрочем, это уже область медицины.



ВСЕ ДЛЯ ВАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ

СЕРВИСНЫЙ ЦЕНТР ДОЗАТОРОВ ВСЕХ ВИДОВ

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



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

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВАШЕЙ ЛАБОРАТОРИИ

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

Очистка СВЕТОМ

Кандидат химических наук
В. Благутина

Самая главная химическая реакция на Земле, фотосинтез, происходит под действием света. Кроме света, для нее необходимо вещество (катализатор), ускоряющее эту реакцию. Такие процессы называют фотокаталитическими. Но если природа использует для этих целей хлорофилл и подобные ему вещества, то у человека сегодня есть довольно много фотокатализаторов, принадлежащих к различным классам соединений. Фотокатализ — это отдельная область химии, которая начала бурно развиваться в 70–80-х годах XX века. За последние 20 лет ученые исследовали природу фотокаталитических эффектов и механизм действия фотокатализаторов. Многие исследователи пытались смоделировать природный фотосинтез и научиться преобразовывать солнечную энергию. (Эту будет темой отдельной статьи.) Результатам исследований посвящены объемистые монографии и тезисы регулярных конференций. В 1998 году ежемесячно выходило около 150 публикаций, посвященных фотокатализу, и уже в 90-х годах кое-что начали использовать на практике. В частности, оказалось, что с помощью фотокатализа можно отлично удалять из воздуха и воды практически все примеси, а также делать самоочищающиеся и незапотевающие стекла.

Принцип действия

Для начала рассмотрим, что же такое фотокаталитическая реакция, на примере дегидрирования этилового спирта:



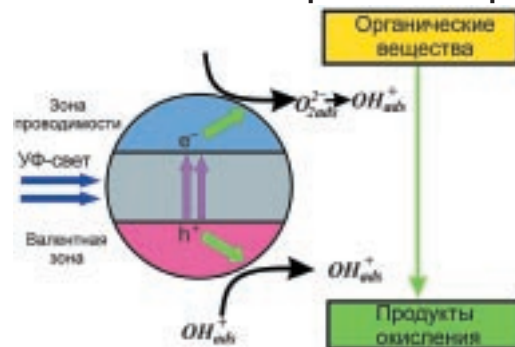
С водным раствором при комнатной температуре ничего не будет происходить, пока на него не подействуют светом с длиной волны меньше 205 нм (край поглощения этанола). Но 200 нм — это жесткий ультрафиолет, который практически отсутствует в солнечном спектре, достигающем поверхности Земли. Однако если в реакцию добавить катализатор (гетерополиоксид типа $\text{H}_3[\text{PW}_{12}\text{O}_{40}]$ или мелкодисперсный TiO_2), то реакция пойдет с высоким квантовым выходом. И для нее уже будет нужен свет с длиной волны < 400 нм, что соответствует спектру поглощения катализаторов. Сразу поясним, что эффективность фотокаталитической реакции определяется ее квантовым выходом и спектром действия фотокатализатора. Квантовый выход фото-реакции — это отношение числа образующихся молекул к числу погло-

щенных квантов света (что естественно, поскольку свет — один из участников реакции).

Фотокатализаторов, как мы уже сказали, известно довольно много, но схема их действия примерно одна и та же: катализатор поглощает квант света, с ним происходят некие превращения, после чего он взаимодействует с участниками реакции. Катализатор после реакции возвращается в исходное состояние, поэтому работать без регенерации может практически бесконечно. Один из возможных типов фотокатализаторов — это полупроводники, например оксид титана TiO_2 . Что происходит с ним при поглощении кванта света?

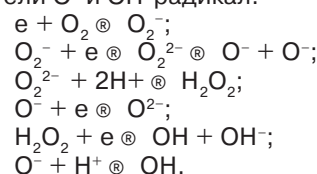
Известно, что в полупроводниках электроны могут находиться в двух состояниях: свободном и связанном. В свободном состоянии электроны движутся по кристаллической решетке, образованной катионами Ti^{4+} и анионами кислорода O^{2-} . В связанном — соединяются с каким-либо ионом кристаллической решетки и участвуют в образовании химической связи. Чтобы перевести электроны из связанного состояния в свободное, надо за-

Принцип действия полупроводникового фотокатализатора



тратить энергию — например, посветить светом с длиной волны < 390 нм. Когда TiO_2 поглощает квант света, то появляются свободный электрон и электронная вакансия (дырка). Они свободно передвигаются по частице полупроводника, некоторые из них рекомбинируют, а другие выходят на поверхность и захватываются ею (рис. 1). Так на поверхности образуются частицы Ti^{3+} и O^- , которые очень реакционноспособны.

Электрон может также реагировать с кислородом воздуха, в результате чего образуются сильнейшие окислители O^- и OH^- -радикал:



Дырка реагирует либо с водой (если реакция происходит в водной среде): $\text{h} + \text{H}_2\text{O} \textcircled{\text{R}} \text{OH} + \text{H}^+$, либо с любым органическим (или неорганическим) соединением, которое адсорбируется на поверхности.

Итак, после освещения поверхность TiO_2 становится сильнейшим окислителем — на ней образуются частицы, легко окисляющие практически любое соединение. Конечно, не каждый поглощенный квант света приводит к нужным реакциям. В процессе перемещения электронов и дырок к поверхности и на самой поверхности они могут рекомбинировать. Поэтому активность катализатора сильно зависит от размера частицы. Ученые знают, что

«Фотокатализ — это изменение скорости или возбуждение химических реакций под действием света в присутствии веществ (фотокатализаторов), которые поглощают кванты света и участвуют в химических превращениях участников реакции, многократно вступая с ними в промежуточные взаимодействия и регенерируя свой химический состав после каждого цикла таких взаимодействий».

В.Н.Пармон,

директор Института катализа СО РАН

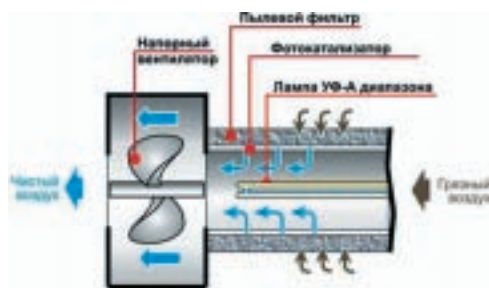
для частиц TiO_2 с радиусом около 25 А все носители тока выходят на поверхность. Однако на практике мелкие частицы не всегда самые активные, поскольку при большей поверхности будет больше и поверхностная рекомбинация. Кроме того, активность катализатора зависит также от кристаллической модификации и структуры поверхности (то есть предыстории образца). К сожалению, до сих пор нет надежных зависимостей активности от какого-то конкретного свойства поверхности, поэтому приготовление активного TiO_2 — предмет опыта. Иногда в состав частиц полупроводника включают благородные металлы — платину или палладий, что делает фотокатализаторы еще более эффективными. Такой TiO_2 может окислять даже угарный газ CO , с которым довольно трудно справиться.

Практика

Системы очистки воздуха, основанные на фотокатализе, впервые начали применять в 1994 году на производствах взрывчатых веществ в США — убрали следы нитроглицерина, потом в пищевой индустрии — для уничтожения этилена в хранилищах фруктов и овощей. Довольно быстро дело дошло до офисных и бытовых помещений. В 1998 году в Японии, а с 2001 года и в России начался выпуск серийных очистителей воздуха, основанных на фотокатализе. Метод действительно имеет существенные преимущества. Прибор очень прост: воздух прокачивается через пористый носитель с TiO_2 , который облучается УФ-лампой (рис. 2). Такое устройство очищает воздух от практически любых примесей, разлагая всю органику до воды и углекислого газа. Доказано, что на поверхности TiO_2 окисляются почти

все органические соединения (кроме тетрахлорметана) и гибнут патогенные микробы (есть данные, что даже туберкулезной палочке и сальмонелле не удается выжить).

Этим не могут похвастаться другие очистители воздуха. Пылевые фильтры задерживают только пыль средней дисперсности, а летучие вещества остаются в воздухе. Ионизирующие очистители (электрофильеры) хорошо очищают воздух от пыли и копоти и создают полезный баланс ионов, но газообразные вредные вещества все же остаются. Кроме того, в процессе работы ионизационных очистителей образуются оксиды азота и вредный для здоровья озон. Адсорбционные угольные фильтры улавливают практически все токсичные примеси воздуха с молекулярной массой больше



40 а. е., но легкие типичные загрязнители городского воздуха (окись углерода, оксиды азота, формальдегид) убрать с помощью угля невозможно. Еще угольные фильтры имеют ограниченную емкость и при несвоевременной замене адсорбента сами становятся источником загрязнения, отдавая обратно все, что поглотили.

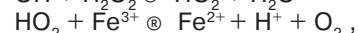
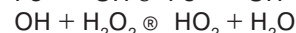
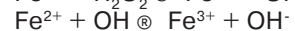
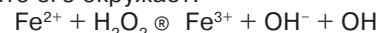
Фотокаталитические очистители воздуха — только одно применение полупроводников. Активный оксид титана можно добавлять в краску. Любая поверхность, покрашенная такими белилами на водной основе,

будет работать как очиститель воздуха. Причем под действием света не только разрушатся органические молекулы, но и погибнут вредные микроорганизмы.

Фотокаталитический метод можно использовать и для очистки воды от органических примесей. Правда, по сравнению с воздухом время окисления будет гораздо больше, поскольку молекулы в воде диффундируют гораздо медленнее (типичный коэффициент диффузии в воде при нормальных условиях примерно на четыре порядка меньше, чем в воздухе). По этой причине проточные очистители с нанесенным TiO_2 малоэффективны. Но в этом случае можно использовать суспензию TiO_2 , и, хотя это создает некоторые технические трудности (ее приходится потом убирать из потока), промышленные очистные системы такого типа уже существуют.

Другое дело — очистка сточных вод в накопительных резервуарах и отстойниках. Пестициды, используемые в сельском хозяйстве, разрушаются в водоемах только через несколько месяцев. Однако достаточно добавить немного безвредного TiO_2 , как время разложения сократится до нескольких солнечных дней.

В существующих проточных реакторах для очистки воды используют гомогенные фотокатализаторы, такие, как соли железа. Для большей эффективности в воду добавляют окислитель — перекись водорода. Суть та же — в результате реакции образуется активный радикал, который окисляет все, что его окружает:



OH^- + органическое соединение — продукты окисления.

Раствор перекиси водорода и соли железа называют реагентом Фентона. Под действием света скорость окисления в этом растворе может увеличиться в десятки и даже сотни раз. Система называется «Фото-Фентон» и из-за простоты, высокой эффективности и экономичности широ-



ТЕХНОЛОГИЯ

ко применяется на практике. В частности, технологическое оборудование для очистки сточных вод по методу «Фото-Фентон» поставляет американская фирма «Calgon Carbon Oxidation Technologies».

Напоследок несколько слов о более необычном применении фотокатализа. Оксид титана — прозрачен, поэтому тонкие пленки из TiO_2 , нанесенные на стекло, совсем незаметны. Когда на стекло, покрытое такой пленкой, попадет свет, то все органические загрязнения, осевшие на нем, превратятся в CO_2 и H_2O . Более того, если стекла покрыть такой пленкой, то они не будут запотевать, поскольку запотевание — это плохая смачиваемость поверхности (мелкие капельки вместо сплошного слоя), которая происходит из-за того, что на стекле оседают органические загрязнения из воздуха или следы пальцев. Под действием света разрушаются органические загрязнители, поверхность хорошо смачивается, и вода на ней не собирается в капельки, а растекается и быстро испаряется. Возможно, производство таких зеркал и стекло будет освоено в скором времени.

При подготовке статьи использована публикация: Е.Н.Савинов. Фотокаталитические методы очистки воды и воздуха // Соросовский образовательный журнал, т.6, №11–2000.



Фотокатализ в атмосферной химии

Сегодня как никогда много разговоров ведется вокруг проблем глобального потепления климата, разрушения озонового слоя. Казалось бы, фотокатализ не имеет прямого отношения к происходящим в атмосфере изменениям. Но это только на первый взгляд. В конце 80-х годов академик К.Замараев, будучи директором Института катализа СО РАН, инициировал исследования, основная цель которых — проанализировать происходящие в атмосфере химические реакции. Результаты оказались довольно неожиданными.

Что такое атмосфера с точки зрения химика-каталитика? По сути дела, это огромный химический реактор, в котором известны давление и температура. Обычные каталитические процессы, может быть, действительно протекают в атмосфере довольно вяло, поскольку температура невысока. А вот фотокаталитические реакции, которые инициируются светом (а света там предостаточно) очень даже идут. В основном ученые исследовали такие реакции, происходящие под влиянием жесткого ультрафиолета и в верхних слоях атмосферы, поскольку жесткий ультрафиолет до нижних не доходит. Считалось и до сих пор считается, что именно там происходят превращения, которые наносят существенный вред озоновому слою. Наши исследования доказывают, что в присутствии полупроводников могут идти фотокаталитические процессы и в нижних слоях атмосферы — тропосфере. И эти реакции генерируются не жестким ультрафиолетом, а видимым светом.

Какие из полупроводников прежде всего обладают фотокаталитическими свойствами? Оксиды железа, титана, цинка и т. д. Оказалось, что в тропосферной пыли довольно много твердых аэрозолей, содержащих эти соединения, и они во многом напоминают катализаторы. В основном такие твердые аэрозоли образуются в пустынях. Когда на твердые аэрозоли попадают солнечные лучи, то без всякого нагрева могут идти самые разные процессы. Эксперименты подтвердили предположение, что квантовые выходы таких реакций весьма существенны, поэтому обязательно надо учитывать их роль в глобальной химии атмосферы, чего раньше никогда не делали.

Например, наиболее опасными для озона сегодня считаются фреоны. Они имеют только антропогенное происхождение и накапливаются в атмосфере. Принято считать, что фреоны в атмосфере могут находиться на протяжении столетий. Однако так ли это на самом деле? Недавно были сделаны попытки исследовать реакции с фреонами, которые идут на твердых аэрозолях под действием света. Оказалось, что многие фреоны с огромными квантовыми выходами необратимо сорбируются на атмосферных частицах под действием света. Особенно активно это происходит на оксидах магния и кальция, которых в атмосфере очень много. Эти реакции идут под действием мягкого ультрафиолетового света. Подобные исследования ставят под сомнение факт быстрого накопления фреонов в атмосфере.

Директор Института катализа, академик

В.Н.Пармон

(по материалам публикации в газете «Наука в Сибири»)

По результатам исследований
Института катализа СО РАН
и Информационно-технологического
института с 2001 года в России
выпускается серия приборов
«Аэролайф»

*Российский прибор по основным
потребительским свойствам не уступает
японскому, но существенно дешевле.*

*Он не имеет сменных компонентов
и рассчитан на длительную работу
без всякого обслуживания.*

Если

- ваша квартира или рабочее помещение находятся вблизи автомобильных магистралей или промышленных предприятий;
- вы сделали ремонт в квартире или купили новую мебель, которая пахнет;
- у вас есть склонность к аллергии и вы реагируете на различные запахи;
- вы используете кондиционер, ваше помещение не проветривается;
- вас посещает большое количество людей и вы хотите уменьшить риск заражения инфекциями, передающимися воздушно-капельным путем;
- в вашем офисе или квартире много курильщиков и вам не удастся избавиться от запаха дыма, в конце концов, вам просто надоели запахи соседской кухни, тогда звоните по телефонам:

(095)135-84-50, 135-85-20
www.airlife.ru; iti@imash.ac.ru

Осветление хрусталика

М. Рачковский



Зрачок слепца
мутней воды стоячей
А.Тарковский

ЗДОРОВЬЕ

Катаракта — наиболее частая причина потери зрения, особенно у пожилых людей. Многие врачи считают эту болезнь таким же спутником старости, как морщины или атрофию мышц. Обычно, обнаружив ее признаки, врач советует больному дожидаться, когда катаракта созреет, то есть хрусталик станет совсем мутным, а больной перестанет видеть этим глазом, а затем отправляет его на операцию по замене хрусталика искусственной линзой.

Не странно ли? Зубы, например, мы обычно сначала пытаемся вылечить, а лишь потом вставляем искусственные. Почему бы не вмешаться в развитие катаракты на ранних стадиях и не попытаться хотя бы замедлить его, если не предотвратить? Однако сделать это непросто. Во-первых, самые начальные стадии трудно выявить. Прозрачность хрусталика уменьшается медленно, и сам человек не сразу это замечает. Часто ухудшение зрения списывают на другие причины. А врачи-офтальмологи при осмотрах обычно проводят диагностику катаракты с помощью фотоцелевой лампы, которая позволяет обнаружить лишь явно выраженное помутнение.

Вторая причина более существенна. До недавних пор было непонятно, какие молекулярные процессы приводят к помутнению хрусталика, но без этого невозможно разрабатывать более совершенные методы терапевтического лечения. А стало быть, бесполезно заниматься и диагностикой.

Хрусталик — это не линза из однородного вещества, а орган, состоящий из клеток. Те, что находятся на экваторе, сохраняют ядро и всю жизнь делятся. В них, как и в клетках костного мозга и кишечного эпителия, до последних дней активен фермент теломераза, достраивающий концевые участки хромосом и позволяющий клеткам делиться почти неограниченно.

После деления клетки, отложившиеся в толще хрусталика, движутся к его заднему полюсу, теряют ядра, вытягиваются и превращаются в воло-

1
Схема развития хрусталика человека



на. В результате живое увеличительное стекло с годами становится все больше. Зоологи знают, что наиболее точно возраст грызуна можно определить по весу его хрусталика.

Волокна хрусталика образуют множество щелевых контактов — специальных каналов, которые связывают их друг с другом в синцитий, то есть в сверхклетку с общим обменом веществ. Этим хрусталик похож на сердце. Однако большинство волокон лишено ядра и многих органелл, например митохондрий. Их подпитывают энергией (то есть АТФ) эпителиальные клетки, расположенные на периферии хрусталика.

В волокнах образуются белки-кристаллины, которые не обновляются с момента их синтеза до самой смерти организма. Можно только удивляться тому, что они исправно служат десятилетиями, не выходя из строя. И все же в старости, а иногда и при болезнях, и при травмах хрусталик становится «мутней воды стоячей». Непосредственная причина этого — деградация кристаллинов. С возрастом они изменяются химически и собираются в агрегаты. Возможно, это происходит на мембранах клеток, где и формируются частицы, рассеивающие свет. Скорее всего, химические изменения белковых молекул в какой-то момент приводят к тому, что их естественная укладка нарушается, внутренние гидрофобные группы выглядывают наружу, и тогда белки легко налипают на мембраны. Это пока лишь гипотеза, однако весьма правдоподобная.

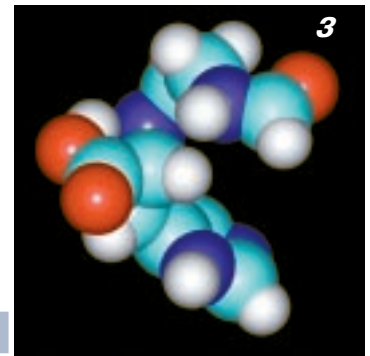
Но что действует на белки? О происхождении катаракты спорили десятилетия, находя различные изменения в химии хрусталика. Известно, например, что при развитии старческой катаракты в хрусталике становится

больше натрия и меньше калия, что нарушается водный баланс, что ей способствует увеличение содержания моносахаридов в крови (часто катаракта развивается вследствие диабета). Однако такие наблюдения были отрывочны.

Многое стало ясно в конце 80-х годов, когда занялись мембранами клеток хрусталика. К этому времени уже было известно о свободнорадикальных процессах и их роли в нормальной жизни клеток и в развитии разных патологий. Напомним, что свободные радикалы — это химически активные частицы с неспаренными электронами, которые образуются в некоторых процессах окисления (в основном в митохондриях клеток). Они запускают цепочки реакций, нередко приводящие к нарушению фосфолипидов мембран, белков, нуклеиновых кислот и других компонентов клетки. При этом важно, что к разрушению мембран (в мышцах, например) нельзя относиться как к безусловному злу: оно необходимо для обновления тканей при усиленных нагрузках и в каких-то пределах полезно.

Изучение мембран и свободнорадикальных процессов в них направило усилия специалистов по новому пути. В 1991 году в бельгийском городе Генте в рамках программы по исследованию старения в Европе был проведен симпозиум «Мембраны хрусталика и старение». Один из организаторов этого симпозиума Г.Вренсен отметил: «Мембраны хрусталиковых волокон играют решающую роль в развитии и поддержании высокой упорядоченности структур хрусталика. Появились веские основания считать, что нарушения мембранных процессов являются главными причинами развития катаракты».

Принцип работы фотощелевой лампы поймет всякий, кому доводилось видеть яркий луч света в темном помещении, например от проектора в кинотеатре. В луче видны все пылинки, рассеивающие свет. Врач-офтальмолог также направляет луч от лампы через вертикальную щель в зрачок глаза и, глядя сбоку на хрусталик, оценивает его помутнение. Оценка эта во многом субъективна, и если явные помутнения видны хорошо, то легкие начальные изменения малоопытный врач может не заметить. Действительно, всякий ли из нас способен оценить степень запыленности воздуха в комнате?



Основу мембран у клеток хрусталика, как и у других клеток, составляет двойной фосфолипидный слой. Он очень чувствителен к действию активных форм кислорода, вызывающих цепные процессы свободнорадикального окисления. Выпускники кафедры биофизики 2-го Московского медицинского института (ныне Российский государственный медицинский университет) М.А.Бабижаев и А.И.Дев, исследовав постадийно динамику развития катаракты, доказали, что перекисное окисление липидов играет ведущую роль в ее развитии. До них ученые сравнивали нормальные хрусталики, в которых еще не было значительного окисления, с хрусталиками на конечных стадиях развития катаракты, где все уже окислилось и продукты окисления деградировали. Работы наших ученых вошли в десятку наиболее значимых по патогенезу катаракты за 1985–1990 годы, на основе которых американский Национальный институт здоровья сформировал новую программу исследований. Сейчас практически все специалисты согласны, что свободнорадикальное окисление мембран играет ключевую роль в помутнении хрусталика. Вот в чем она состоит.

Свободные радикалы проникают в волокна хрусталика, вероятно, из эпителиальных клеток, которые активно дышат (то есть окисляют). Кроме того, пигменты-кинуренины, поглощающие ультрафиолетовый свет в А-диапазоне при взаимодействии с кислородом, могут генерировать синглетный кислород, обладающий повышенной реакционной способностью. При неко-

торых патологиях в хрусталик из легкоокисляемых фосфолипидов сетчатки могут диффундировать перекиси липидов, тоже очень активные.

В хрусталике свободные радикалы и липоперекиси атакуют фосфолипиды мембран. Те окисляются и, в свою очередь, тоже генерируют липоперекиси, а также не менее опасные для клетки альдегиды. При этом нарушается барьерная функция мембран, в норме не позволяющих ионам свободно проходить в клетку, а из нее — наружу. Пока мембрана цела, она регулирует перемещение ионов, так что по разные стороны от нее формируется электрический потенциал. Когда мембрана портится, мембранный потенциал клеток снижается и угнетается их энергетика, необходимая для поддержания нормальной структуры клеток, а от нее зависит прозрачность хрусталика. Кроме того, хотя на мембраны приходится не больше 5% объема хрусталика, их вклад в рассеяние света достигает половины. Когда упорядоченность мембран нарушается, в них формируются пузырьки и извитые образования, которые еще больше рассеивают свет.

Окисление в хрусталике, как и в других органах, сдерживается антиоксидантными системами — веществами и ферментами, нейтрализующими свободные радикалы. Антиоксиданты действуют в живой клетке совместно. В разных тканях их количество и соотношение различаются, ведь и обмен веществ в них протекает неодинаково.

Важнейшие из антиоксидантов — глутатион и зависимые от него ферменты. Содержание глутатиона в эпи-

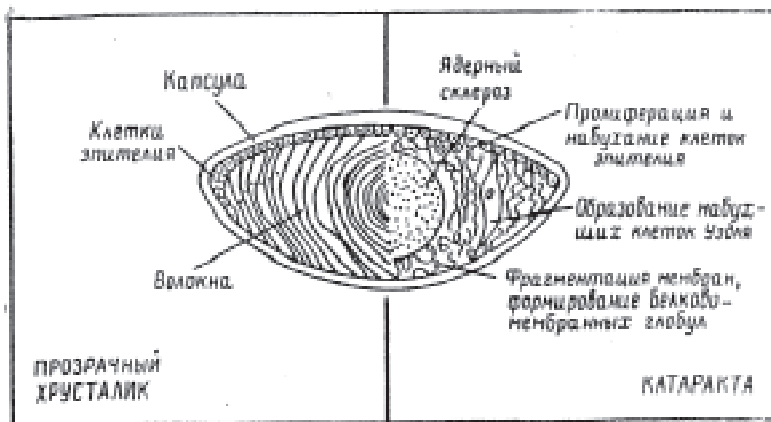
тели хрусталика более чем в десять раз превосходит его содержание в клетках других тканей млекопитающих. В жидкости, омывающей хрусталик (водянистой влаге), содержится еще один антиоксидант — аскорбиновая кислота, причем ее там примерно в двадцать раз больше, чем в крови.

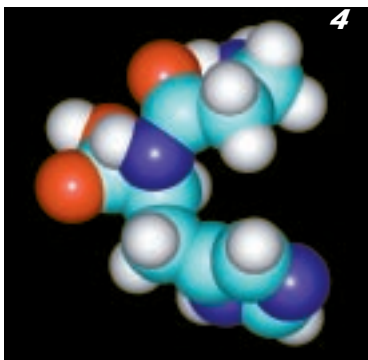
Около двадцати лет назад ученые обратили внимание еще на один антиоксидант — дипептид карнозин (3) (от латинского caro, carnis — мясо). Это загадочное соединение открыл в 1900 году наш соотечественник В.С.Гулевич, выделив его из говядины. Всю жизнь занимался исследованием необычного вещества его ученик, патриарх советской биохимии академик С.Е.Северин, отдал ему дань и многие другие ученые. Было ясно, что это очень важное соединение, но его функция и механизм действия долгое время были неизвестны. В начале 80-х годов на кафедре биохимии МГУ, которой заведовал С.Е.Северин, появилось предположение, что карнозин защищает мембраны (в частности, мембраны митохондрий) от окислительного стресса, а к концу десятилетия оно было доказано в ведущих лабораториях мира. В 2000 году открытию карнозина исполнилось 100 лет, и в ознаменование этого юбилея редакция журнала «Биохимия» посвятила целый номер (т.61, № 7) исследованиям соединения.

Карнозин — это водорастворимый антиоксидант, который нейтрализует в первую очередь $OH\cdot$ -радикалы, синглетный кислород и перекиси липидов. Содержится он в основном в возбудимых тканях. Но помимо нервов и мышц, вероятно, играет немалую роль в поддержании нормальной деятельности хрусталика. Интересно, что у птиц есть соединение, похожее на карнозин. Его называют анзерин (от латинского anser — гусь). У морских млекопитающих и змей были найдены и другие производные карнозина.

В глазах птиц очень много карнозина, а вот катаракта у них почти не

2





Что еще можно почитать о карнозине

А.А.Болдырев. Карнозин. «Химия и Жизнь», 1997, №10;
А.А.Болдырев. Карнозин. М.: Изд-во МГУ, 1998.

Контакты

International Anti-Aging Systems (Great Britain):
www.antiaging-systems.com.

Американский фонд инноваций (American Commercialization Institute): www.33brinkster.com

«OcuZyme»: <http://www.ocuzyme.com>



ЗДОРОВЬЕ

встречается. И это несмотря на то, что многие из них совершают длительные перелеты на большой высоте, где так ярко ультрафиолетовый свет, или, как водоплавающие птицы, подолгу смотрят на гладь воды, хорошо отражающую его. (Известно, что ультрафиолет — один из главных факторов развития катаракты.)

На высокое содержание карнозина в глазах птиц первым обратил внимание Л.М.Броуде, еще один ученик Гулевича. Отсюда недалеко было до идеи — защитить хрусталик от помутнения с помощью дипептидов — антиоксидантов. С собаками этот номер прошел — пожилые Шарик и Моськи начинали видеть намного лучше после закапывания раствора карнозина в глаза. Однако ввести карнозин в хрусталик человека не так просто. Если закапать в глаз его раствор, то в водянистой влаге, на пути от роговицы к хрусталику, он будет разрушен ферментом карнозиной. При этом образуется гистидин, который легко превращается в гистамин — медиатор аллергических реакций, оказывающий при введении извне такое же действие, как и любой аллерген.

Российский ученый М.А.Бабижаев совместно с зарубежными коллегами решил «обмануть» карнозиной, сохранив при этом активное начало препарата. Для этого создали синтетический препарат, похожий на природное вещество, но группу, по которой карнозиная узнает карнозин, замаскировали: на N-конец пептида (аминную группу бета-аланина) навесили ацетильную группу (4). Теперь препарат не разрушается карнозиной, проникает в клетки хрусталика, превращается в карнозин и, действуя как антиоксидант, защищает линзу от помутнения. Несколько таких псевдодипептидов получили международный и российский патенты.

Одно из производных карнозина испытывали на крысах, у которых катаракта развилась вследствие диабета. Эти работы проводили в Монако и университете Ниццы во Франции.

Препарат был эффективен при добавлении в воду, которую пили крысы. Важно, что он не разрушается в пищеварительном тракте и в крови, поэтому его можно принимать внутрь, не боясь потерять активность.

Итак, лекарство от катаракты вроде бы есть. Каковы его возможности? Конечно, если процесс зашел слишком далеко (зрение составляет меньше 0,3), ацетилкарнозин поможет не больше, чем сеанс магии. Однако на ранних стадиях он работает: хрусталик становится менее мутным и дальнейшее помутнение замедляется (конечно, для этого препарат надо применять регулярно). Впрочем, прозрачность хрусталика меняется и от физиологических причин: временно ухудшается при сильном общем утомлении.

Обнаружить начало патологического процесса поможет прибор, основанный на глэр-эффекте (от английского glare – сияние, ореол). Когда глаз освещают небольшим источником света и хрусталик прозрачен, предмет, расположенный рядом с этим источником, хорошо виден. Если же хрусталик помутнел, ореол от лампы мешает его заметить.

Глэр-тестирование населения позволило бы вовремя определять людей, у которых с возрастом прозрачность хрусталика снижается слишком быстро. Таким людям и нужно предлагать средства, замедляющие развитие катаракты. (Впрочем, им не следует забывать и обычные способы профилактики: хорошее питание, включающее достаточное количество белков и антиоксиданты.)

Если бы история карнозина и его производных в профилактике катаракты имела хеппи-энд (регистрацию, производство и продажу препарата), к этой статье не понадобилось бы писать небольшое добавление. Дело в том, что в нашей стране никто не заинтересовался лекарством настолько, чтобы провести клинические испытания и наладить производство.

Многое было сделано на Западе. N-ацетилкарнозин (NACA) испытывали в клинике специалисты американской фирмы «Innovative Vision Products». Результаты, опубликованные в международных журналах, показали эффективность применения препарата и послужили основой выпуска своеобразной биодобавки для глаз «Cap-C» (название созвучно can see — могу видеть), которую продает по интернет-заказам международная компания «International Anti-Aging Systems» (IAS). Пленарные доклады об истории создания, возможном механизме действия и эффективности препарата в геронтологии и офтальмологии были сделаны М.А.Бабижаевым на международных конференциях в Монако в 2002 и 2003 годах. Разработка по нехирургическому лечению катаракты вошла в Американский фонд инноваций (American Commercialization Institute). С этого года препарат начали продавать в США под коммерческим названием «OcuZyme» при весьма любопытном условии: если он не поможет в течение трех месяцев, пациенту возвращают деньги за курс лечения. По мнению американского геронтоофтальмолога Ричарда Коэна, препарат полезен не только на начальных стадиях катаракты, но и при пресбиопии (снижение объема аккомодации вследствие снижения эластичности хрусталика), глаукоме, синдроме сухого глаза, диабетической ретинопатии.

Надо отдать должное зарубежным ученым. Подчеркивая, что применение ацетилкарнозина — революционный прорыв в терапии катаракты, они всегда ссылаются на работы российских авторов М.А.Бабижаева, А.И.Деева и других и даже говорят о прорыве русских в офтальмологии.

Автор благодарит кандидата биологических наук А.И.Деева за консультацию и предоставленные материалы



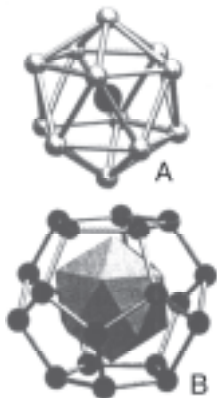
Вперед, к Платону

M.J. Moses et al., «Science», 2003, v.300, p.778

Еще древнегреческие геометры открыли, что есть пять видов правильных выпуклых многогранников (платоновых тел). Если у любого из них соединить центры соседних граней, то получится другое платоновое тело, двойственное исходному: тетраэдр даст опять тетраэдр (он двойствен сам себе), куб — октаэдр (и наоборот), икосаэдр — додекаэдр (и наоборот).

Раньше химики уже получили разные молекулы и кластеры, имеющие форму тех или иных правильных многогранников (см. статью в № 6 за 2001 год и «Новости науки» в № 12 за тот же год), а теперь ими реализован принцип двойственности: исследователи из Мерилендского университета создали икосаэдр Ni_{12} с атомом As внутри (рис. А), который вложен как двойственная фигура в додекаэдр As_{20} (рис. В). В целом получился ион $[As@Ni_{12}@As_{20}]^{3-}$, где символ «собака» означает «вложен в» (такие встроенные одна в другую структуры называют эндоедральными комплексами).

А их японские коллеги собрали октаэдр, который состоит из плоских органических молекул треугольной формы, скрепленных по вершинам ионами палладия. Вообще, этот многогранник имеет восемь треугольных граней, но в их конструкции нет четырех стенок (через одну), то есть она не образует замкнутую ячейку, однако каркас октаэдра и половина его стенок сохранены. Через эти проемы внутрь созданной наноклетки проникают другие молекулы (размер полости в ней примерно 0,8 нм), и в водном растворе в таком «домике» находят себе убежище два или более гидрофобных «гостя».



Если они в принципе способны реагировать друг с другом под действием света, то затем можно попытаться вызвать фотореакцию, специфичность которой будут определять стерические факторы: внутри клетки реагентам тесно, так что они располагаются там строго определенным образом. На этом пути уже достигнуты первые успехи («*J. Am. Chem. Soc.*», 2003, v.125, p.3243).

В чем соль сольватации?

W.H. Robertson et al., «Science», 2003, v.299, p.1367

Особенности поведения воды и водных растворов определяются теми структурами (кластерами), которые совместно образуют молекулы воды и растворенного вещества. В них скрыт ключ к разгадке многих, все еще таинственных феноменов, например «памяти воды» и действия биологически активных веществ в сверхмалых концентрациях.

За последние десять лет исследования кластеров чистой воды позволили выявить наиболее стабильные конфигурации из двух—шести молекул H_2O . Оказалось, что тримеры, тетрамеры и пентамеры представляют собой кольца, а вот гексамер уже принимает форму замкнутой оболочки; октамер — это два тетрамера, уложенные один на другой. В водных кластерах большего размера сетка водородных связей быстро перестраивается (даже вблизи абсолютного нуля — через квантовое туннелирование), и этот эффект пытаются моделировать на компьютере. Пока точному расчету поддается лишь поведение водных димеров, которые вызывают большой интерес, поскольку влияют на оптические и химические свойства земной атмосферы; так, показано, что кластеры $SO_3(H_2O)_2$, которые возникают при столкновениях SO_3 с

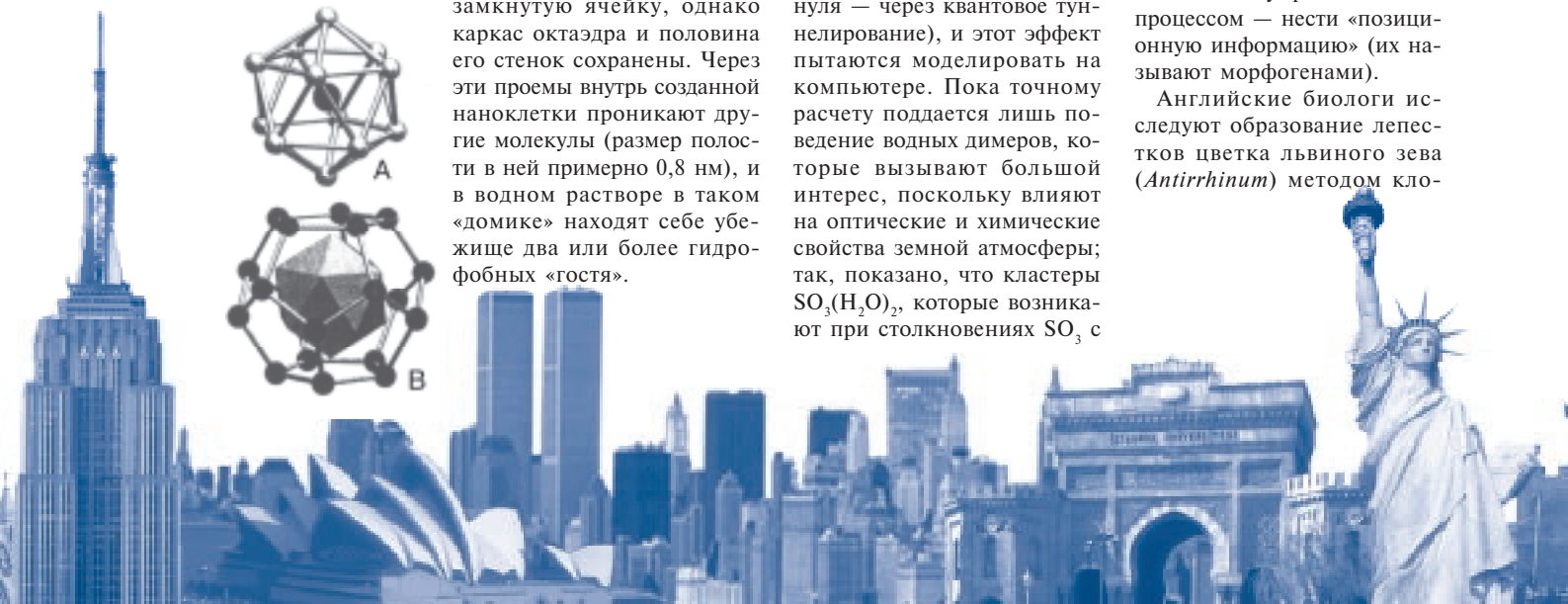
димерами H_2O , способствуют образованию в ней серной кислоты.

В этой работе специалисты из Йельского университета с помощью спектроскопии и квантово-механических вычислений изучали сольватацию ионов и установили, что первая гидратная оболочка анионов OH^- состоит из четырех молекул H_2O , а F^- — из пяти. Ранее уже было доказано, что не менее пяти молекул воды требуется, чтобы ионизировать HBr или HCl . Все это имеет и прикладное значение, ведь, скажем, взаимодействие HCl с молекулами воды — начальный этап процессов, ведущих к разрушению озонового слоя.

Жизнь: форма и содержание

Одна из величайших тайн живой природы — формообразование. Как писал А.А.Любимцев, «я пришел к выводу, что не функция, а форма есть ведущая биологическая проблема». Были попытки разрешить ее и теоретически (например, концепция морфогенетического поля А.Г.Гурвича — см. «Химию и жизнь», 1994, № 9; 2003, № 5), и экспериментально (начиная от классических работ Г.Дриша). В последнее время ее активно изучают на клеточном и молекулярном уровнях — выявляют различия в наборах белков, которые синтезируются участвующими в морфогенезе клетками, а также наличие в тканях градиентов концентраций некоторых молекул, способных управлять этим процессом — нести «позиционную информацию» (их называют морфогенами).

Английские биологи исследуют образование лепестков цветка львиного зева (*Antirrhinum*) методом кло-



нального анализа: они помещают небольшие группы клеток маркером и прослеживают судьбу их потомства. При этом фиксируют частоту клеточных делений, а также ориентации митотических веретен; полученные данные используют для построения компьютерных моделей. Они пришли к заключению, что в тканях есть дальности, определяющие необходимую форму ориентацию плоскостей клеточных делений (*A. Rolland-Lagan et al., «Nature», 2003, v.422, p.161*).

Этот вывод можно сравнить с тем, что недавно сделан эмбриологами, работающими с дрозофилой. Исследуя формирование крыла насекомого, они обнаружили, что там оси деления ориентированы, видимо, случайно, однако перемещения клеток позволяют добиться упорядоченного их расположения в соответствии с градиентами морфогенов (*«PNAS USA», 2002, v.99, p.7502*). Вообще, у представителей флоры и фауны в этих процессах есть много общего, но есть и важные различия: у растений меньшую роль играют клеточные движения; кроме того, скажем, размер листа дерева не зависит от размера самого дерева, а у животных органы увеличиваются пропорционально.

В другой работе американские исследователи, тоже на дрозофиле, изучали закрытие дорсального (на спинной стороне) отверстия, которое происходит на той стадии развития эмбриона, когда начинают работать его собственные гены (до этого эмбрион в основном обходится пулом материнских информационных РНК, имеющихся в яйцеклетке). Отверстие расположено на его внешней поверхности, то есть процесс удобно наблюдать; к тому же известно более 30 мутантов, у которых он нарушен.

Разрез имеет вид глаза, и его закрытие слоем эпидермиса идет с обоих острых концов — края сближаются,

клетки вступают в контакт и скрепляются друг с другом (как будто застегивается «молния»). Экспериментаторы стали лазерным лучом снова и снова делать разрезы в уже закрывшихся местах и наблюдать, как происходит восстановление. В результате удалось выявить многие доселе скрытые детали, в частности распределение механических напряжений; возможно, именно они и служат управляющим фактором (кстати, подобный подход к морфогенезу развивает профессор МГУ Л.В.Белоусов — см. его статью в мартовском номере нашего журнала за 1997 год). Разобравшись в простых формообразовательных процессах, можно будет перейти и к сложным, например гастрюляции (*M.S.Hutson et al., «Science», 2003, v.300, p.145*).

Форму определяют соотношения части и целого, однако понимание целостности (холизм) трудно дается современной науке, привыкшей все раскладывать на части. «Музыку я разъял, как труп...» Ученым еще предстоит научиться слышать за отдельными аккордами всю симфонию.

Через звезды — к терниям

J.Prochaska et al., «Nature», 2003, v.423, p.57

Самые легкие химические элементы — водород, гелий и литий возникли во Вселенной в первые мгновения после Большого взрыва. Чуть более тяжелые бериллий и бор образовывались в межзвездном пространстве при столкновениях быстрых частиц с более легкими атомами. А все остальные элементы были синтезированы в звездах, которые играли роль ядерных реакторов (поэтому космохимия и астрофизика тесно связаны). При взрывах

старых звезд их вещество рассеивалось, и затем из него формировались звезды следующего поколения, а также планеты; так что и Земля, и мы сами сделаны, выражаясь фигурально, из пепла потухших звезд.

Химический состав Млечного Пути и ближайших к нам галактик уже достаточно хорошо изучен, а вот информации о сильно удаленных галактиках, которые мы видим на ранних стадиях эволюции космоса, еще получено мало. Теперь американские астрономы с помощью спектрографа высокого разрешения телескопа Кек I, расположенного на Гавайях, исследовали галактику, возраст которой всего около 2,5 млрд. лет, и обнаружили в ней более 20 элементов, включая такие тяжелые, как цинк и германий.

Расстояния до галактик сейчас оценивают по значению доплеровского красного смещения приходящего от них света; для этого объекта оно очень велико, и, по расчетам, свет от него шел до нас почти 12 млрд. лет. (Считается, что с момента Большого взрыва прошло около 15 млрд. лет, а наша Солнечная система возникла 4,5 млрд. лет назад.)

Наличие в столь юной галактике многих элементов, которые синтезируются в массивных звездах, удивительно — оно говорит о том, что такие звезды быстро формировались и жили недолго, всего несколько миллионов лет. Эта находящаяся как бы на краю Вселенной галактика задала ученым и другие загадки. В общем, «наше незнание достигает все более далеких миров» (Ст. Ежи Лец).

Впрочем, открытия поджигают астрономов и поблизости: три группы исследователей из разных стран сообщают о наблюдении источника космических гамма-всплесков (КГВ), удаленного от нас всего на два миллиарда световых лет (объект получил номер GRB030329), и это самый близкий из обнаруженных источников таких вспышек. В последние годы

к ним приковано большое внимание, поскольку появление КГВ сопровождается выделением огромной энергии (см. «Новости науки», 1998, № 8).

Спутник «НЕТЕ-2» обнаружил поток гамма-квантов 29 марта сего года и уже через 90 мин. после их детектирования сумел определить точку на небосводе, из которой он пришел. Это позволило сразу нацелить на источник КГВ наземные и орбитальные телескопы и изучить спектр, а также изменение характеристик излучения во времени (в оптическом диапазоне оно длилось несколько недель).

Уже предложены разные теоретические модели, объясняющие возникновение гамма-всплесков и последующего более мягкого излучения. Так, есть гипотеза, что они вызваны коллапсом звезды, проходящего в два этапа: сначала массивная звезда взрывается сверхновой и при этом ее ядро образует нейтронную звезду, затем (через недели или месяцы) такая нейтронная звезда превращается в черную дыру.

Новые данные подтверждают вывод, что ответственны за эти излучения космические катастрофы — это взрывы сверхновых (*«Nature», 2003, v.423, p.843,844,847*).

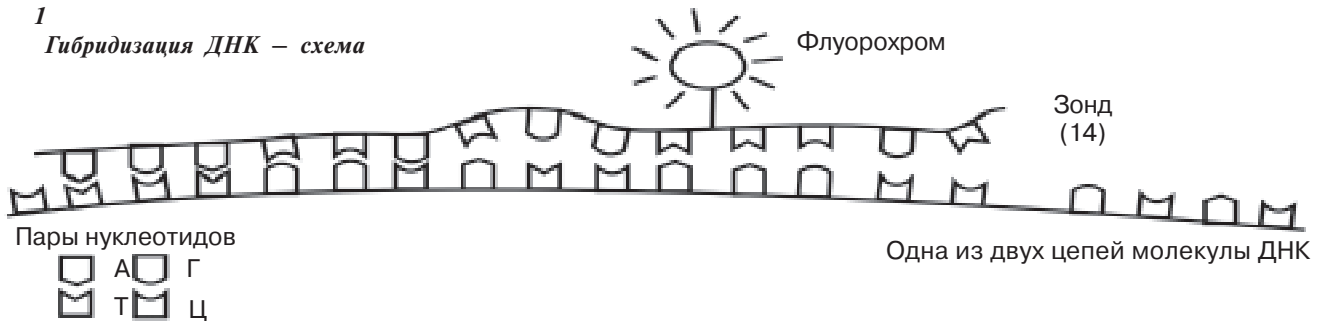
А итальянские и французские астрономы обработали данные, полученные орбитальными рентгеновскими обсерваториями — европейской «Ньютоном» и американской «Чандра». В центре их внимания нейтронные звезды, физика которых необычна и плохо изучена; так, плотность материи в них выше, чем у атомного ядра. Такие звезды обычно дают о себе знать по импульсам радиоизлучения (поэтому их называют пульсарами). Но информацию о происходящих на их поверхности процессах должно дать именно рентгеновское излучение (*«Nature», 2003, v.423, p.725*).

**Подготовил
Л.Верховский**

Подсвеченные гены

М.Литвинов

1
Гибридизация ДНК – схема



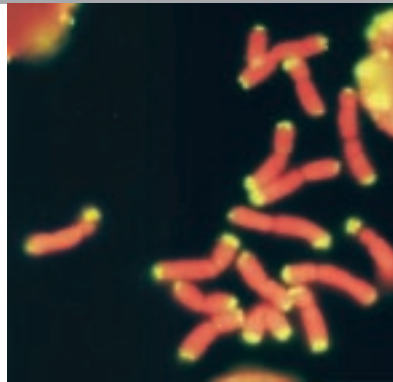
*Хоть острым взглядом нас природа одарила,
Но близок оногo конец имеет сила.*

*Коль много микроскоп нам тайностей открыл,
Невидимых частиц и тонких в теле жил!*

М.В.Ломоносов

В микроскоп можно увидеть много интересного, однако, как ни старайся, гены не разглядишь. Для того чтобы выяснить, где они находятся в хромосомах, классические генетики проводили трудоемкие скрещивания, а молекулярные биологи разработали свои, весьма сложные способы. И все же в конце 80-х годов был придуман метод, который позволяет если не увидеть сами гены, то хотя бы зрительно определить их место в хромосомах, а иногда и подсчитать количество копий.

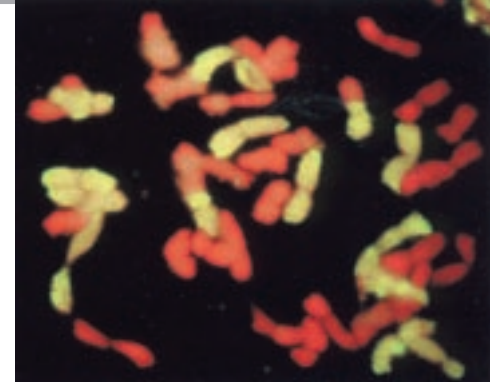
Этот метод по-английски называется FISH — Fluorescent In Situ Hybridization, что на русский язык можно перевести как флуоресцентная гибридизация на месте. Слово «fish» в



3
Тандемные повторы, заменяющие теломеры в клетках лука

английском языке означает также рыбу, и это было много раз обыграно в шутках ученых, для которых находка гена бывает такой же радостной, как и поимка золотой рыбки.

О методе гибридизации наш журнал рассказывал в № 11 за 1997 год. Напомним, что если последовательность нуклеотидов в двух участках (цепях) ДНК совпадает или почти совпадает, то есть они гомологичны, между ними возможна гибридизация (1). Проводят ее так: нагревают раствор с ДНК, и двойные спирали расходятся, а при охлаждении часть из них меняет партнера и образует комплекс (гибридуется) с гомологич-

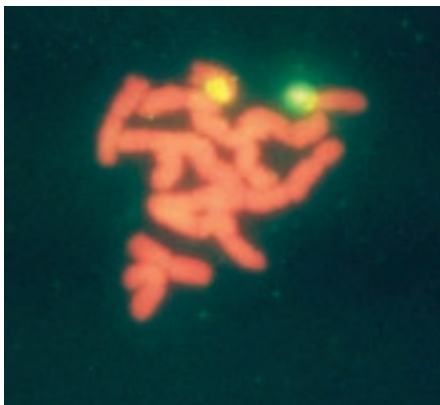


4
Хромосомы тритикале – гибрида пшеницы и ржи

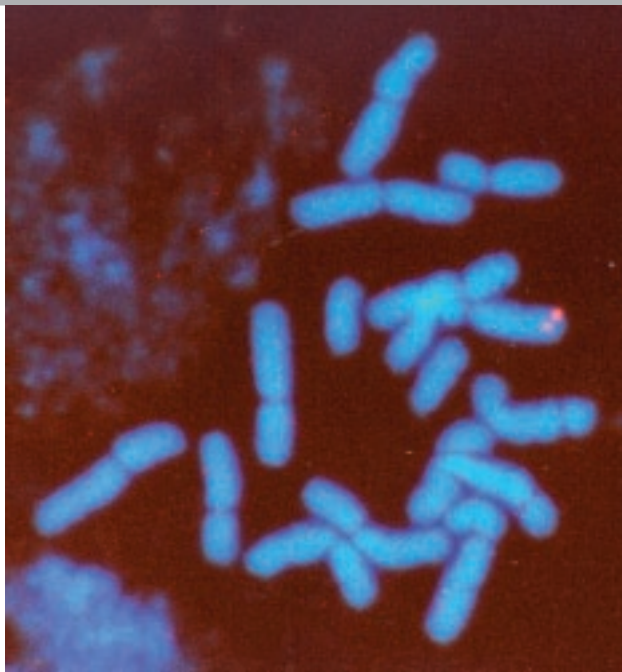
ным участком добавленной молекулы ДНК, которая называется зондом. К зонду прикрепляют молекулу флуоресцентного красителя, которая светится в ультрафиолете. Чувствительность методики можно повысить, если к зонду привязать белок, а на него напустить антитела с флуоресцентной меткой. На эти антитела сажают еще порцию меченых антител, и вся эта светящаяся куча мала дает хороший яркий сигнал. Конечно, при этом мы видим не ген, а его свечение, как с самолета ночью видна не сама дорога, а свет фонарей, но это не мешает разглядеть, есть ли искомый ген в хромосоме и в каком месте он находится.

Важно, что эта реакция происходит и в спирализованных хромосомах. Казалось бы, во время деления клетки молекулы ДНК в них так туго закручены и навиты на белки, что посторонняя молекула ни за что не проникнет в зазоры, тем более что для протекания реакции еще должны ра-

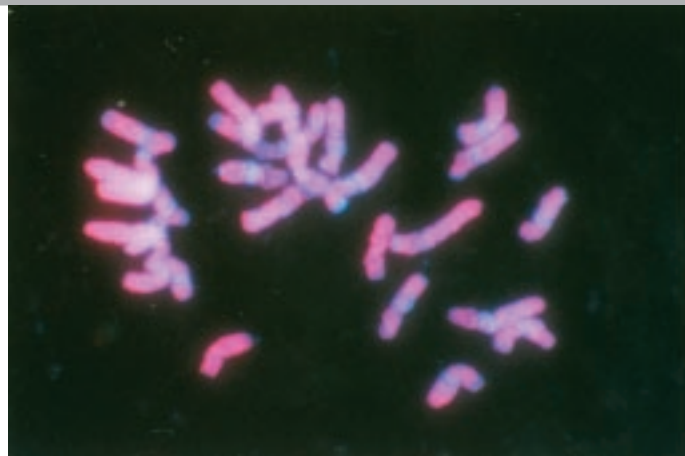
2
45S-ДНК в клетках хмеля находятся на концах одной из хромосом (зеленовато-желтое свечение). На конце еще одной хромосомы находятся гены 5S-ДНК (желтое свечение)



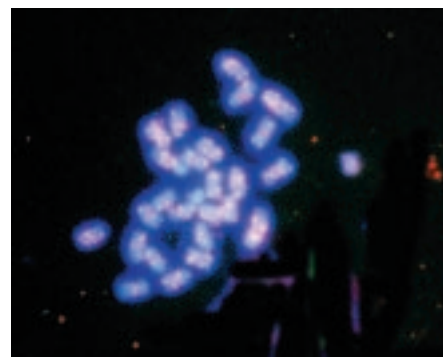
Длина среднего по величине гена — 340 нм (0,34 мкм), а толщина — 1,8 нм (0,018 мкм). Клетку печени человека невозможно увидеть глазами (ее диаметр около 20 мкм); ядро еще меньше (диаметр около 5 мкм), однако в нем содержится около тридцати тысяч генов вместе с межгенными участками, которые занимают в десятки раз больше места. Если растянуть нити ДНК, собранные в ядре клетки человека, их длина составит примерно полтора метра. У растений ДНК бывает в десятки раз больше, а ядра мало отличаются по размеру от ядер животных



5
Гены, встроенные в хромосомы лука-шалота. Две флуоресцирующие красные точки отмечают места гибридизации чужеродной ДНК на двух сестринских хроматидах



6
Ретротранспозоны в хромосомах тюльпана (пурпурная окраска)



7
Ретротранспозоны в хромосомах томатов (пурпурная окраска)

зойтись две половинки спирали. И действительно, гибридизация, особенно с большими зондами, в этом случае проходит не всегда. Однако если фрагмент небольшой, она обычно идет. Результат получается еще лучше, когда искомый участок повторяется много раз.

Клетке нужно очень много рибосомальной РНК, чтобы строить рибосомы и синтезировать на них белки. Часть этой РНК считывается с генов, которые обозначаются 45S-ДНК (число указывает скорость ее осаждения при ультрацентрифугировании). Она присутствует в клетке во множестве копий, и ее легко выявить с помощью FISH-реакции. На фотографии (2) зеленовато-желтым светится 45S-ДНК на конце одной из хромосом хмеля. Желтый цвет соответствует другим рибосомальным генам (5S-ДНК).

В геноме высших организмов много повторяющихся последовательностей, коротких и длинных. Функции одних

известны, а другие, возможно, совсем бесполезны. Еще один пример нужных повторов — это повторы на концах хромосом лука. Как, наверное, знает читатель, на концах хромосом у большинства организмов, обладающих настоящим ядром, находятся знаменитые теломеры. Это участки ДНК, нужные ферменту ДНК-полимеразе, чтобы не «свалиться» с края хромосомы при ее копировании. Во многих случаях теломеры отмеривают максимальное количество делений клетки. Лук — исключение, он обходится без теломер. Исследователи предполагают, что их роль у этого растения играют многократные повторы из 380 пар оснований каждый. На фотографии (3) они ярко светятся желтым на концах всех хромосом.

Что еще можно узнать, пометив гены или участки ДНК в хромосомах? Гибридизация помогает распознать интересующую нас хромосому или несколько хромосом. Для этого получают зонды, способные связываться с уни-

кальными участками этих хромосом, и проводят FISH. Это бывает важно, например, при отдаленной гибридизации (уже не молекул, а растений), когда хромосомы родительских особей могут непредсказуемо перемешаться. Среди хромосом тритикале, гибрида пшеницы и ржи, можно найти хромосомы обоих предков и гибридные хромосомы (4). (О межвидовом скрещивании см. статью А.Махрова в этом же номере.)

Очень полезен метод при генной инженерии, когда нужно выяснить, сколько экземпляров дополнительного гена встроилось и в какие места хромосом (5). Можно найти фрагменты, гомологичные гену интересующего нас белка, — вероятно, это гены родственных белков.

На фотографиях (6, 7) светящимися точками представлены ретротранспозоны — представители подвижных, или мобильных, элементов генома. Барбара Макклиток впервые об-

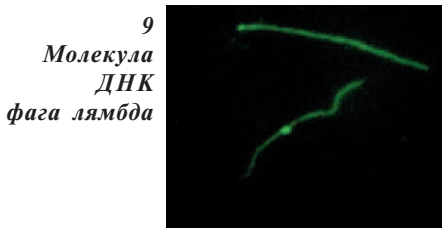


ФОТОИНФОРМАЦИЯ

наружила их у кукурузы, и это было крупным событием в биологии, хотя его значение осознали не сразу («Химия и жизнь», 2002, №5). Затем их нашли у дрозофил, дрожжей, мышей, людей и многих других представителей живой природы. В отличие от обычных генов, имеющих постоянный «адрес», мобильные элементы могут менять свое место в геноме. Когда это выяснилось, начали появляться гипотезы об их роли в передаче и изменении наследственной информации. Энтузиасты (или экстремисты) предположили, что мобильные элементы могут переносить информацию между любыми живыми существами, не считаясь со степенью их родства — например, от бактерий к рыбам или от растений к человеку. Столь вольные перемещения не были обнаружены, однако значение странствующих элементов до сих пор не вполне ясно. Возможно, они путешествуют лишь в пределах одной клетки. Однако и в этом случае их роль может быть велика, если они захватывают и перемещают гены или хотя бы изменяют регуляцию их экспрессии. У мушек-дрозофил, например, подобные эле-



8
*Плазмиды —
кольцевая молекула
ДНК бактерий*



9
*Молекула
ДНК
фага лямбда*

10
*Гибридизация на «расчесанной»
молекуле — повторы в 380 п.н.
в хромосомах лука*



менты способны изменять цвет глаз, у кукурузы — окраску семян. Вероятно, они все-таки играют большую роль в эволюции, но это еще предстоит выяснить.

Ретротранспозоны отличаются от других подвижных элементов тем, что они содержат ген фермента — обратной транскриптазы, которая строит ДНК на основе РНК. Этим ретротранспозоны похожи на ретровирусы, самый знаменитый представитель которых — вирус иммунодефицита человека. В отличие от вирусов, ретротранспозоны не формируют заразных частиц, которые могут покинуть возрастившую их клетку и отправиться на завоевание новых.

У растений ретротранспозоны тоже есть и иногда составляют до половины генома. Последние данные говорят о том, что они играют центральную роль в эволюции функции генов и структуры генома. Возможно, меняя работу генов, они помогают растениям перенастроить обмен веществ, чтобы пережить стресс.

Для того чтобы выяснить роль ретротранспозонов, приходится определять их количество и место. В хромосомах тюльпана (6) ретротранспозоны (помечены пурпурным цветом) находятся в прицентромерных областях (в эухроматине). Голубым помечен гетерохроматин, который у тюльпана расположен на концах хромосом и в середине, рядом с центромерой. Он представляет собой малоактивную или неактивную часть генома. А вот у томатов ретротранспозоны расположены в серединах хромосомных плеч, в гетерохроматине (7).

На примере этих двух растений видно, как сильно может различаться организация хромосом и геномов вообще. Количество генов у тюльпана и томата примерно одинаково, но ДНК у первого раз в десять больше. И сгруппированы активные и неактивные гены в разных частях хромосом.

В хромосомах ДНК сложена очень компактно, и место гена можно определить весьма приблизительно: только на какой хромосоме и в какой области хромосомы (в середине, на конце) он находится. Для того чтобы точнее узнать место гена, нужно дополнить гибридизацию другими методами. Один из них называется молекулярным расчесыванием (по-английски — molecular combing).

Расчесывают ДНК струями жидкости. С хромосом удаляют белки, так что без них нити ДНК раскручиваются и расправляются, потом один их конец закрепляют на стекле и застав-

ляют раствор течь: наклоняют стеклышко или накрывают его другим. Потоки жидкости увлекают за собой молекулы и распрямляют их (эту операцию не всегда удается провести идеально). Затем можно покрасить ДНК флуоресцентным красителем, измерить ее длину и определить форму — замкнута она в кольцо (8) или разомкнута (9). В последнем случае ДНК фага лямбда служит стандартом длины, с помощью которого измеряют длину другой, неизвестной молекулы. Таким образом можно узнать, удалось ли вставить в плазмиду какой-то фрагмент ДНК, например ген. Эту операцию часто приходится проделывать молекулярным биологам и генным инженерам, а значит, им необходимо контролировать, успешно ли она закончилась.

На расчесанной молекуле можно намного точнее определить место гена, чем на нерасчесанной. Для этого нужно провести ее гибридизацию с зондом. На фотографии (10) светящиеся точки — уже знакомые нам повторы в 380 пар оснований, помеченные на расчесанных хромосомах лука. Видно, что между ними находятся вставки другой ДНК. Оценить расстояние помеченного участка от края молекулы, расстояние между генами, длину вставки можно с помощью другой молекулы стандартной длины или с помощью расчета. В расплетенной молекуле на один микрометр длины приходится 2,9 тысяч пар нуклеотидов (для сравнения, в нерасплетенной — 2–4 млн. пар нуклеотидов).

Фотографии получены на кафедре сельскохозяйственной биотехнологии в исследовательском центре молекулярной генетики при Московской сельскохозяйственной академии им. К.А.Тимирязева и в центре молекулярно-генетических исследований «ГенКарТ».

Авторы фотографий:

кандидат биологических наук

Г.Карлов,

доктор биологических наук

Л.Хрусталева,

кандидат биологических наук

Т.Данилова,

кандидат биологических наук

Г.Андреева,

аспирант

И.Фесенко





Лауреат
Нобелевской
премии
Ч.Х.Таунс

Лазеры



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

В начале 60-х годов американец Чарльз Харт Таунс и двое советских ученых А.М.Прохоров и Н.Г.Басов почти одновременно создали первые квантовые генераторы. В 1964 году все трое получили Нобелевскую премию по физике «за фундаментальные работы в области квантовой электроники, которые привели к созданию генераторов и усилителей нового типа — мазеров и лазеров». Приведенную здесь лекцию Ч.Х.Таунса услышали немногие счастливчики в июне 2003 года в Санкт-Петербурге на встрече лауреатов Нобелевской премии «Наука и прогресс человечества».

Первый лазер был сделан в 1960 году, но все теоретические принципы, необходимые для его создания, были известны задолго до этого. Еще в 1917 году А.Эйнштейн высказывал идею о том, что можно использовать резонансное поглощение молекул для усиления электромагнитных волн. Толмен в 1924 году писал, что если большая часть молекул или атомов находится в возбужденном состоянии, то будет наблюдаться «отрицательная» абсорбция (то есть излучение). Он также утверждал, что стимулированное излучение будет совпадать по фазе со стимулирующим воздействием. В 1930 году были опубликованы работы, в которых обсуждалось возможное усиление излучения при стимулированной эмиссии. Научное и техническое сообщество не обратило на это никакого внимания. Действительно, кто стал бы искать источник мощного света в спектре молекул? И все же лазер родился именно в области микроволновой спектроскопии.

Почему создание мазера и лазера задержалось на 30 лет? Я вижу три главные причины. Первая — наша привычка думать только в уже известном направлении, что неизбежно сдерживает полет мысли. Что касается лично меня, то я очень хотел создать осциллятор с частотой большей, чем микроволновая область. Я, конечно, все время думал о молекулах, которые колеблются в нужных мне областях, но свято верил во второй закон термодинамики, а потому полагал, что невозможно получить интенсивное

излучение от молекулы, не нагрев ее предварительно. Все прикидки показывали: температуры для этого потребуются такие, что молекула развалится раньше, чем мы получим излучение. Движение моих мыслей по «накатанному» пути не давало волю фантазии. Большое достижение науки — думать глобально и применять основные законы, но в то же время это может закрыть альтернативные пути, на первый взгляд не укладывающиеся в известную систему. Как потом оказалось, остальные физики думали точно так же.

Мой интерес к высоким частотам был хорошо известен, поэтому представители военно-морского флота

предложили мне сформировать и возглавить комитет по поиску методов создания очень коротких микроволн. Это был весьма представительный комитет, включающий известных международных спектроскопистов и инженеров. Мы с ними посетили основные лаборатории, занимающиеся этой проблемой, но так и не придумали оригинальных решений. Наша последняя встреча состоялась в Вашингтоне, и, беспокоясь о том, что мы так и не получили результатов, накануне встречи я довольно поздно работал. Еще до завтрака я вышел в соседний парк и сел на лавочку, любуясь великолепными азалиями и мечтая о том, чтобы нам улыбнулась удача. Почему у

Справка:

Лазер — это аббревиатура от light amplification by stimulated emission of radiation (усиление света при помощи индуцированного излучения). Суть его очень проста: молекулы или атомы рабочего вещества возбуждают излучением с нужной длиной волны (в случае лазера — светом), а потом создают условия для их одновременного возвращения в исходное состояние. При этом молекулы испускают импульс, мощность которого гораздо больше, чем исходное воздействие. Излучение получается монохроматическим (то есть одной

длины волны), когерентным (одинаковым по фазе) и узконаправленным.

Мазер — аббревиатура от microwave amplification by stimulated emission of radiation (усиление микроволн при помощи индуцированного излучения). Суть его точно такая же, только на молекулы действуют излучением с другой длиной волны — микроволнами, а не светом. Исторически мазер появился первым, и, несмотря на то что это абсолютно схожие устройства, мазеры выделили в отдельную группу.

Электромагнитные волны, длина которых больше одного миллиметра, на-

зывают микроволнами, а меньше миллиметра — светом. Правда, волны чуть менее миллиметра — это инфракрасное тепловое излучение, которого мы не видим, для глаза различимы только длины волн в тысячные доли миллиметра, но так уж сложилось, что все это входит в понятие «свет». Принцип получения усиленного сигнала один и тот же для всех длин волн, просто лазеры, дающие инфракрасные, видимые и ультрафиолетовые волны, используют больше всего, поэтому они более известны.

После Нобелевской премии 1964 года эту премию еще 12 раз присуждали за использование лазера и мазера в различных научных открытиях.

«Размышляя о лазере и его применении, я чувствую себя бобром из анекдота, который, сидя с другом кроликом на огромной плотине Гувер (река Колорадо), говорит ему: “Нет, на самом деле это не я ее построил, но идея была моя”».

Ч. Таунс

нас не получилось? Я начал размышлять. Да, как легко можно было бы получить осциллятор высокой частоты с помощью молекулы, но увы, второй закон термодинамики А может, не надо применять второй закон термодинамики? Тогда не надо будет соблюдать термическое равновесие! Незадолго до этого я был на коллоквиуме в Колумбийском университете, на котором рассказывали о том, как получить интенсивное излучение молекулы или атома в основном состоянии. Если мне удастся обеспечить достаточное количество возбужденных молекул в полосе поглощения, то они должны начать излучать. И я получаю осциллятор высокой частоты. К сожалению, я только приблизительно помнил тип и интенсивность излучения, о котором рассказывали на семинаре. Я вытащил конверт (я же был в парке) и набросал нужные числа. Ура! Это могло работать

Я обдумал этот процесс и убедился, что вроде бы все верно. Тем не менее я мог что-то упустить, поэтому решил не говорить об этом на встрече с коллегами, но обсудил эту идею с Артуром Шавловым, который остановился в том же отеле. «Да, должно работать», — согласился он, но особого энтузиазма я в нем не заметил.

После возвращения в Колумбийский университет я тщательно записал придуманную схему и решил, что мне нужен аспирант, который собирается писать диссертацию. Через два-три месяца объявился Джим Гордон, который был блестящим студентом, а кроме того, имел некоторый опыт работы с молекулярным излучением. Конечно, наше будущее исследование обсуждалось в физическом отделении Колумбийского университета. Профессор Л.Х. Томас — великолепный физик-теоретик очень скептически отнесся к тому, что мы собирались делать. Мне и самому не все было понятно. Я попытался восстановить свои записи лекций по квантовой механике и электромагнитному излучению, которые слушал еще будучи студентом. Из них теория стимулированной эмиссии казалась весьма яс-

ной, равно как и то, что индуцированное излучение должно быть когерентным. Единственная наша задача, как мне казалось, — это получить достаточное количество возбужденных молекул в луче, чтобы вызвать обратную эмиссию.

Второй фактор, который, возможно, замедлил создание лазеров и мазеров, — нельзя было оценить заранее, какой практический выход будут иметь фундаментальные исследования. Лазеры выросли из микроволновой спектроскопии, но кто мог предвидеть дальнейшее? Сама микроволновая область появилась из исследований радара, развернувшихся во время Второй мировой войны, а также из сотрудничества радиопизиков и специалистов по микроволнам. Микроволновую спектроскопию начали развивать крупные промышленные компании — «Bell Labs», «RCA», «General Electric», «Westinghouse», у которых были и оборудование, и физики, готовые работать над этим, но через какое-то время администрация всех компаний (за исключением «Bell Labs») закрыла исследования, поскольку не видела практического применения. «Bell Labs» благородно разрешила мне работать, но, несмотря на нарисованные мной перспективы, ни на шаг не расширяла исследования и ограничилась только моей темой. Вскоре я перешел в Колумбийский университет, где мало думали о практике, а больше о фундаментальных исследованиях.

Третья причина такого опоздания кроется, как мне кажется, в не взаимодействии разных направлений физики и связанных с ними знаний. Инженеры по электрике не знали квантовой механики и наоборот, хотя во время Второй мировой войны и те и другие работали над радаром. Как раз их исследования очень помогли мне увидеть новую область в целом.

Через два года после того, как мы начали работать над мазером, в мой офис пришли бывший руководитель физического отдела Колумбийского университета и нынешний его руководитель. Они довольно резко заяви-

ли, что моя идея пустая, поэтому я должен перестать тратить деньги департамента на бесполезные эксперименты. К счастью, у меня был контракт с университетом, и они в раздражении ушли. За два года к нам в лабораторию приходило не только руководство, но и многие коллеги. Большинство реагировало так: «А что, может, и интересно». Но никто не попытался с нами конкурировать. Через три месяца после визита высокого начальства Джим Гордон влетел на один из моих семинаров и сказал: «Заработало!» Мы все скорее побежали смотреть.

После того как заработал наш мазер, многие физики заинтересовались этой проблемой, но мало кто из них думал, что эта же система сможет работать при более коротких длинах волн (видимый свет). А между тем лазеры появились всего через два года.

В течение всего 1957 года я не мог придумать, как заставить работать мазер при длинах волн меньше миллиметра. В какой-то момент я просто сел в своем кабинете и начал думать о тех методах, которые еще можно применить. Написав формулы, я вдруг понял, что это будет совсем не трудно — спуститься вниз по диапазону волн вплоть до оптической области. Раньше я чувствовал это интуитивно, а теперь из формул и вычислений стало понятно, что в самом деле можно перевести достаточное количество атомов в возбужденное состояние, чтобы потом получить обратно это излучение в видимой области. Я рассказал Артуру Шавлову, как собираюсь получить оптический мазер. Он очень заинтересовался, и мы начали думать вместе. Именно Артур предложил использовать параллельные зеркала в качестве резонатора.

Было совершенно ясно, что на этот раз в погоне за созданием оптического мазера (то есть лазера) мы будем не одиноки, поэтому мы решили опубликовать теоретическую работу. Поскольку все это было собственностью «Bell Labs» (я работал у них консультантом), то нам пришлось ждать



ИСТОРИЯ СОВРЕМЕННОСТИ

почти год, пока работу запатентуют. Только после этого, в декабре 1958 года, наконец появилась наша статья в «Physical Review». Сразу после публикации многие ученые начали подбирать подходящие вещества для лазера и пытаться его сделать. У меня тогда, к сожалению, было немного времени, поскольку я совмещал научную работу и работу консультанта-инженера в Вашингтоне. И тем не менее мои студенты в Колумбийском университете тоже работали над лазером. Первый рубиновый лазер сделал Теодор Мейман в 1960 году. Через довольно короткое время Али Джаван, сотрудник «Bell Labs», а в прошлом также мой студент, сделал первый газовый лазер, предложив систему на основе He-Ne. Первые лазеры появились именно в лабораториях промышленных фирм, и это понятно — ведь теперь очевидно было их практическое применение.

Сегодня лазер — это целая область физики, и уже существует много ответвлений от этой области. Тем не менее мне кажется, что все это только начало, а полное развитие и зрелость этой науки еще впереди.

Наш научный путь был, конечно, уникален, как и любой другой. Все же я вижу в нем типичные черты, которые необходимы для научно-технологического прорыва:

1. Базовые фундаментальные исследования не должны финансироваться только промышленностью, которая всегда четко просчитывает практическую значимость.

2. Взаимодействие между различными дисциплинами весьма плодотворно и способствует появлению новых идей и открытий.

3. Ученые должны обмениваться мнениями, идеями и экспериментами, причем не только общепризнанными, но и теми, которые представляют собой даже вызов существующим научным представлениям.



Современные лазеры могут быть микроскопическими (лазер из нанотрубок), а могут достигать размеров большого здания. Есть лазеры, дающие мощность менее микроватта, а некоторые могут давать и петаватт (10^{15} ватт) — последний сделали в Ливерморской лаборатории США, и мощность импульса, которую он выдает за 10^{-12} с, больше, чем вся мощность, используемая населением Соединенных Штатов. Если такую мощность сфокусировать на маленькой площади, то можно получить 10^{23} ватт/см²! Слабые же лазеры настолько деликатны, что могут воздействовать на отдельные микроорганизмы и клетки, не нанося им никакого вреда.

С помощью мазеров и лазеров можно фантастически точно измерять время и расстояние. Лазерная спектроскопия — один из самых совершенных методов исследования в современной экспериментальной физике, именно так делают анализ материалов.

Многочисленные мазеры и лазеры не так давно были обнаружены во Вселенной. Разумеется, и до того, как люди их обнаружили, они существовали миллиарды лет. Сейчас мы знаем более ста различных мазеров и лазеров с длиной волны меньше 1 микрона, которые находятся в межзвездном пространстве и в звездных облаках.

Конечно, лазер широко применяют и в более «земных» областях. Лазерное излучение передают по оптическому волокну — это важнейшая часть коммуникационных технологий. Лазеры используют для записи и чтения информации, это великолепный геодезический инструмент, с помощью которого легко получить прямую линию и правильно измерить расстояние. Сконцентрированным лазерным лучом режут и сваривают материалы на производствах («Химия и жизнь-XXI век», 2003, № 6). Очень важное свойство коротких лазерных импульсов — при резке или испарении материалов они почти не нагревают окружающие области. Это используют в медицине при операциях и других процедурах.

СНАРЯЖЕНИЕ ДЛЯ АВТОГОНЩИКА В СТИЛЕ «СУПЕРАГЕНТА 007»

Чемпион мира в автогонках «Формулы-1» Михаэль Шумахер в новом супершлеме стоимостью миллион долларов будет видеть даже затылком. Новое секретное оружие немца — пуленепробиваемый шлем в стиле «суперагента

007», который оснащен лазерной системой видения. Все данные об автомобиле проецируются на специальный экран, поэтому пятикратный чемпион может даже не отрывать глаз от трассы.

Однако главное украшение шлема, разработку которого завершает после двухлетней работы компания «Боффинс», — глобальная спутниковая система определения на местности. Именно она позволяет до нескольких сантиметров установитьхождение на трассе. Новый шлем, который со всей этой начинкой будет весить всего 1100 граммов (на 600 граммов легче, чем стандартный), позволит Шумахеру, по мнению специалистов, мчаться еще быстрее. Михаэлю нравится проект, поскольку он интересуется всем, что помогает ему сберечь доли секунды.

ЛАЗЕР ПОМОЖЕТ НАЙТИ ВЗРЫВЧАТКУ

Ученые из Физико-технического института им. А. Ф. Иоффе работают над созданием инфракрасного лазера, который может перестраиваться по частоте. С помощью прибора на основе такого лазера можно установить состав газов в воздухе, например, если произошел промышленный выброс, контролировать уровень углекислого газа в городской атмосфере. Лазер, который заданным образом меняет длину волны, позволяет захватывать спектры большего числа газов. Луч светит на объект, и если он ослабевает, значит, его поглотили пары того газа, на который он настроен.

Из полупроводниковой пластины нарезают мельчайшие лазерные чипы. На основе чипа делают диод, который монтируют в прибор размером с майонезную банку. Чтобы лазер поменял частоту излучения, меняют силу тока, которую подают на прибор. Полупроводник толщиной в один микрон чувствителен к изменению силы тока на 20–40 миллиампер. В настоящее время — это самый точный метод анализа газовых смесей. Он перспективен для контроля за взрывчатыми веществами: взрывчатка даже в состоянии «покоя» выделяет оксид азота (NO), который может распознать лазер.

К сожалению, устройство пока не готово к серийному производству.

Разные разности

Выпуск подготовили

**О.Баклицкая,
М.Егорова,
А.Ефремкин,
С.Комаров,
Е.Сутоцкая**

Что похоже на дымчатое стекло, весит не больше пробки и обладает магнитными свойствами? Материал для носителей информации нового поколения.

У испанских разработчиков из Института материаловедения в Барселоне много идей по использованию полученного ими сверхлегкого прозрачного магнита. Например, можно значительно упростить оптические устройства, считывающие информацию с магнитно-оптических дисков.

Материал, созданный М.Гишем и его коллегами, представляет собой аэрогель: он твердый, но настолько пористый, что почти ничего не весит. Частицы диоксида кремния — вещества, из которого состоит песок или стекло, соединены в прочную, практически невесомую сеть. К формирующим ее реагентам добавляют зерна сильномагнитной смеси неодима, железа и бора (в отношении 2:14:1). В результате получается дымчатый, но все же прозрачный аэрогель.

Уже были попытки создать магнитные аэрогели подобным способом. Однако ранее использовали более «мягкие» магнитные частицы, и достаточно было слабого поля, чтобы изменить их полярность. Поэтому их нельзя использовать для хранения данных — информация легко стирается электромагнитным полем, она пропадает и при слишком плотной записи.

Созданные испанцами жесткие магниты менее подвержены внешним воздействиям, а потому более пригодны для длительного хранения данных. Проблема в одном: для записи на них информации требуется мощное магнитное поле («Nature News Service», 2003, 26 июня).

ВXV–XVI веках глазурованная керамика из Деруты, городка в итальянской Умбрии, была известна по всей Европе благодаря ее чудесной способности переливаться всеми цветами радуги, а также исключительно насыщенному красному и золотому цвету. Сотрудники университета Перуджи выяснили, что ремесленники применяли в своей работе приемы, которые сейчас относят к нанотехнологиям.

Глазурь — стекловидное защитно-декоративное покрытие на керамике, закрепляемое обжигом. В этом произведении гончаров из Деруты ничем не отличаются от прочих. Принципиальная разница — в красителях, в которые добавляли мельчайшие частицы металла размером от 5 до 100 миллиардных долей метра. Для придания красного оттенка использовали медь, золотого — серебро. В любом случае глазурь содержала также небольшое количество меди в ионной форме.

Сохранилось письменное руководство по применению старинных нанотехнологий, датированное 1557 годом. Из него можно узнать, что соли меди и серебра смешивали с уксусом, охрой (оксидом железа) и глиной, наносили на уже глазурованную поверхность и аккуратно обжигали. Таким образом получались прекрасные радужные переливы.

Был в этом процессе и более глубокий смысл: превращение простого материала в нечто напоминающее золото было почти алхимическим процессом, а смена цветов считалась одним из основных его признаков («Nature News Service», 2003, 30 июня; «Journal of Applied Physics», 2003, т.93, с.10058).

Физики Н.Шавив (Еврейский университет, Иерусалим) и Й.Вайцер (Рурский университет, Германия) считают, что секрет изменения климата на Земле прячется в темных глубинах нашей Галактики. Каждые 150 миллионов лет происходят взрывы космических лучей от умирающих звезд. Приближаясь к Земле, они увеличивают число заряженных частиц в ее атмосфере. По некоторым свидетельствам, это может приводить к образованию низких облаков, которые охлаждают планету.

Шавив и Вайцер создали математическую модель этих процессов и сравнили свои предсказания с оценками, полученными для глобальной температуры и уровня углекислого газа за последние 500 миллионов лет. Они пришли к выводу, что космические лучи могут объяснить большую часть изменений климата за этот период, а углекислый газ отвечает лишь за половину потепления с начала XX века.

Ученый мир разделился на противников и сторонников космической гипотезы изменения климата. Палеонтолог П.Олсен из Колумбийского университета в Нью-Йорке (США) подчеркивает, что работа Шавива и Вайцера указывает на связь между изменениями разных параметров. Температуру вычисляли по древним осадкам, содержание углекислого газа — по данным о морских окаменелостях, интенсивность космических лучей — по сведениям о метеоритах. Если часть этих данных получена с ошибкой, то и главный вывод может оказаться неверным. Так что все нужно как следует проверить («Nature News Service», 2003, 8 июля).



Американские инженеры разработали дешевый и эффективный способ опреснения воды — с помощью тумана. В традиционных установках воду нагревают при пониженном давлении, а пар конденсируют. Иногда для той же цели применяют обратный осмос: соленую воду под давлением пропускают через специальную мембрану. 60% ее проходит, освободившись от солей, остаток образует крепкий рассол.

В установке компании «AquaSonics International» вода через маленькое отверстие попадает в струю горячего воздуха и мгновенно испаряется, образуя туман, а соль хлопьями выпадает на дно испарительной камеры. Этот процесс в 70-х годах прошлого века изобрели Л.Мотц и Д.Секунда в Колумбийском университете в Нью-Йорке. Компания «AquaSonics International» разработала конструкцию установки.

Новый аппарат может очищать воду с содержанием соли до 16%, что приблизительно в пять раз больше солености морской воды и в три раза выше предельной солености, доступной для опреснения с помощью обратного осмоса. Впрочем, «туманную» установку лучше использовать не вместо, а вместе с обратнo-осмотическим опреснителем, тогда тепло, выделяющееся при обратном осмосе, можно будет использовать для испарения воды. В этом случае стоимость очищенной воды снизится в три раза и составит от 16 до 27 центов за 1000 литров.

Уже выпущено несколько портативных опреснителей, способных производить до 11 тысяч литров чистой питьевой воды в сутки, и планируется наладить их массовый выпуск. Подобный аппарат можно использовать и для очистки сточных вод от токсичных примесей («EurekAlert!», «New Scientist», 2003, 9 июля).



Каждый пришедший в Нью-Йоркскую галерею «Айбим» (Eye-beam) может получить свой портрет, выполненный роботом. Электронным художником управляют клетки крысиного мозга.

В проекте, получившем название MEART, принимают участие сотрудники группы «SymbioticA» при университете города Перт в Австралии, которые отвечают за «художественную» его часть, и исследователи из Технологического института Джорджии в Атланте (США). Американские ученые выращивают культуру клеток головного мозга, взятых из крысиного эмбриона. Клетки располагаются на сетке из 64 электродов, с помощью которых им можно передать электрические сигналы и зарегистрировать ответные импульсы. Клетки находятся в лаборатории в 1300 километрах от галереи.

Напоминающая паучью лапу членистая «рука» держит три карандаша, с помощью которых рисует. Цифровая фотография посетителя и набросок его «портрета», выполненный роботом, сравниваются, и разница между ними трансформируется в сетку из 64 пикселей — те, что на оригинале кажутся темными, на бумаге остаются незакрашенными. Раз в секунду эти значения в виде электрического сигнала через электроды передаются культуре клеток мозга. После некоторой паузы электроды измеряют ответные импульсы и отправляют эту информацию обратно роботу. Она начинает двигаться в том направлении, в котором активность нейронов выше, при этом оставляя на бумаге следы карандашей. Результат выглядит немного небрежным, но смотреть на него приятно, утверждает один из инженеров. У работы есть и научная сторона: она поможет выяснить, как нервные клетки устанавливают контакты («Nature News Service», 2003, 15 июля).



Молодые деревья в Нью-Йорке растут почти вдвое быстрее, чем в 100 километрах от города.

Д.Грегг, эколог Корнельского университета, и ее коллеги взяли одинаковые ростки местного тополя и посадили их в Нью-Йорке и его окрестностях. Тополь растет быстро и за 35 лет достигает 30 метров в высоту. Меньше чем через год деревья, посаженные в городе, сильно разрослись и весили в два раза больше деревенских.

Главным виновником этого оказался озон. Когда солнечные лучи воздействуют на некоторые загрязняющие вещества (например, выхлопные газы автомобилей), образуется слой озона, который скапливается у земли. Его количество в больших городах может расти очень быстро. Окись азота, также выделяемая автомобилями, вступает в реакцию с озоном и нейтрализует его, в результате чего ночью и зимой, когда озон не образуется, его уровень снижается практически до нуля. В сельской местности ситуация иная. В деревнях транспорта гораздо меньше, соответственно меньше и выхлопов. Уровень озона выше, а деревья получают чахлые и низкорослые.

Однако ученые считают, что результаты работы не опровергают известный всем факт разрушительного эффекта городского загрязнения, а скорее высвечивают побочный его эффект. «Мы рассматривали один вид деревьев в одном конкретном городе», — говорит доктор Грегг. Кроме того, исследователи пренебрегли такими факторами, влияющими на рост деревьев, как структура почвы, температура и углекислый газ («BBC News», 2003, 9 июля).



Ученые из университета Миссури-Ролла в Сент-Луисе (США) придумали, как с помощью рукотворного болота очищать сточные воды от свинца, цинка и других тяжелых металлов. Экспериментальное искусственное болото размером с футбольное поле разместится неподалеку от свинцовой шахты и предприятия по переработке слюды. Спустя некоторое время это болото станет источником руды для добычи ценных металлов.

«В основе системы очистки — уникальный набор химических реакций, которые происходят в болоте, — говорит руководитель работы М.Фитч. — В результате ионы тяжелых металлов извлекаются из воды и накапливаются в иле. Правильно сконструированное болото может нормально работать более тридцати лет. И получается, что это очень дешевый способ очистки сточных вод от тяжелых металлов. Для Миссури такая технология весьма актуальна, поскольку здесь расположено много свинцовых шахт».

Рукотворное болото будет наполовину заполнено древесной корой, 15% его объема составит гравий и 10% — песок. Еще ученые добавляют туда солому, перепревший навоз, активный ил из городской канализации и мох. «Навоз, солому и ил мы добавляем вовсе не для того, чтобы от болота отвратительно воняло, — поясняет доктор Фитч. — В них есть необходимые для полноценной болотной жизни наборы микроорганизмов».

После того как экспериментальное болото будет пущено в эксплуатацию, ученые займутся изучением проходящих в нем процессов, чтобы отладить технологию, довести ее до совершенства и в будущем заняться массовым изготовлением очистных болот для промышленных предприятий.



С ним — трудно, без него — вдвойне

Доктор технических наук, профессор
Н.К.Мышкин,
доктор технических наук
М.И.Петроковец

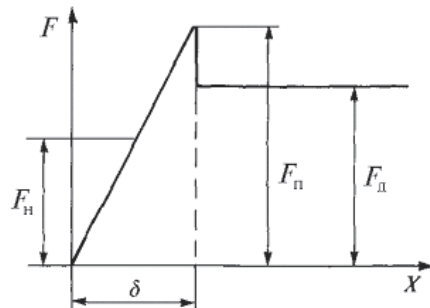
Это — трение. Человек сталкивался с ним, еще когда жил на деревьях. Первую теорию трения создал Леонардо да Винчи, а современное определение трибологии дал специальный комитет при Министерстве торговли и промышленности Великобритании (Department of Trade and Industry Committee on Tribology) только в 1966 году. Потому что трибология продолжала развиваться, развивается она и сейчас. Это — наука о трении, от греческих «трибос» — тереть и «логос» — слово. Иногда ее трактуют шире — и как науку о взаимодействиях тел при контакте, о трении и износе, и как технологию управления трением и износом.

Древний человек извлекал огонь, используя трение кусков дерева, то есть превращение при трении механической энергии в тепло. Позже, когда человек стал использовать камень, трут и кресало — трение и износ: искры, которые летели при ударе, были горящими (окисляющимися) мелкими кусочками железа. Как повлияло на человека овладение огнем, известно. В цивилизациях древности инженерные решения проблем трения и смазки привели к появлению полоза, лыжи и колеса. Без решения проблем трения было бы невозможно строительство, транспорт, мореплавание. Цивилизация была бы иной — если бы вообще была.

Основные законы трения

Пусть одно тело находится в контакте с другим. Повседневный опыт показывает, что для перемещения одного тела по другому надо приложить силу. Когда эта сила возрастает от нуля до некоторой определенной величины, в зоне контакта возникают очень малые перемещения, но сами тела еще не скользят друг по другу — до тех пор, пока касательная сила не достигнет предельной величины, которая называется силой трения покоя F_n (рис. 1). При этом перемещение в контакте достигает значения δ , и затем начинается скольжение. Простой аналогией такого явления может быть движение щетки, которая не сразу начинает скользить по одежде, а после некоторого смещения. Значит, между двумя контактирующими и неподвижными друг относительно друга телами возникает сила, которая препятствует движению одного тела относительно другого, — сила трения покоя.

Значение этого закона очень велико, несмотря на простоту формулировки. Мир без трения покоя был бы странным и удивительным, если бы вообще мог существовать. Люди не могли бы ходить в обычной обуви без



1
Сила трения

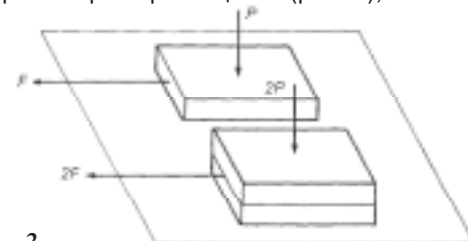
шипов. Книга, которую мы положили на стол, постепенно соскользнула бы на пол и забилась в угол комнаты, перемещаясь по полу как по наклонной плоскости. Колеса любого транспортного средства буксовали бы, и движение его стало бы невозможным. Это была бы жизнь в условиях всеобщего и абсолютного гололеда. Как пел В. Высоцкий:

Чем-то скользким одета планета,
Гололед на Земле, гололед.
Целый год напролет гололед
Будто нет ни весны, ни лета.

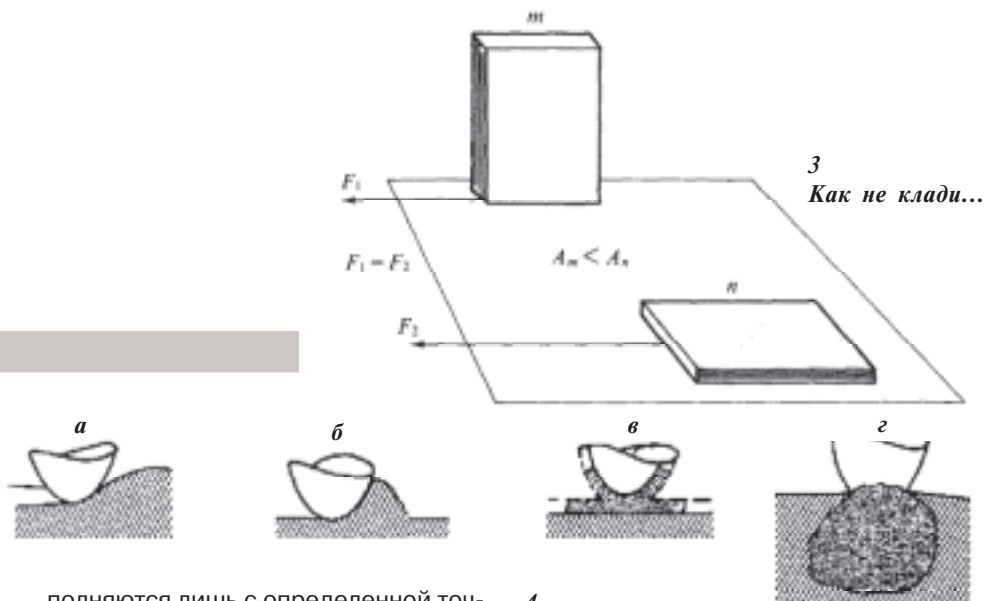
Согласно рис. 1, после того как тело сдвинулось с места, сопротивление перемещению уменьшается и далее сохраняется примерно постоянным, если условия движения не изменяют-

ся. Это сопротивление движению называется трением движения, а сила сопротивления — силой трения движения. Отношение силы трения (покоя или движения) к весу называют коэффициентом трения (соответственно покоя или движения). Леонардо да Винчи считал, что для гладких поверхностей коэффициент трения постоянен и равен 0,25, и эта точка зрения продержалась в науке два века. Г.Амонтон в XVII веке полагал, что коэффициент трения равен 1/3 для железа, кожи, свинца и дерева. На самом же деле коэффициент трения может изменяться от 0,001 в подшипниках качения (при малых нагрузках) до нескольких десятков для тщательно очищенных одноименных металлов (в вакууме). И качение, и контактирование в вакууме — это особые ситуации, но и в обычных условиях при трении на воздухе коэффициент трения изменяется в десять раз — от 0,1 до 1. Как правило, стремятся сделать коэффициент трения как можно меньше, но в ряде случаев (тормоза, муфты) он должен быть максимально возможным. Во всех случаях важно, чтобы коэффициент трения был стабильным.

Коэффициент трения зависит от того, какие материалы контактируют, и не зависит от нагрузки — это утверждение называют законом Амонтона. Если на плоскости лежит какое-либо тело (скажем, книга), вес которого P , и сила, необходимая для того, чтобы сдвинуть это тело с места, равна F , то сдвинуть с места стопку из n книг (на рисунке $n = 2$) можно, лишь приложив в n раз большее тангенциальное усилие (в данном случае $2F$), — рис. 2. Это соотношение, как и постоянство силы трения при перемещении (рис. 1), вы-



2
Закон Амонтона



полняются лишь с определенной точностью. Уже Амонтон писал, что сила трения находится в сложной зависимости от нормального давления и скорости скольжения. Однако во многих случаях эта точность достаточна.

Другой закон, касающийся трения, сформулировал Леонардо да Винчи. Он установил, что сила трения не зависит от формы и размера номинальной площади контакта — площади, по которой соприкасались бы тела, если бы были идеально гладкими. Например, если мы используем одно и то же тело, то усилие для перемещения тела по плоскости не зависит от того, по какой из граней происходит трение (рис. 3). Эта странная ситуация не привлекала внимания до тех пор, пока результаты не были подтверждены Амонтоном. В дальнейшем выяснилось, что из-за шероховатости реальных поверхностей твердые тела контактируют не всей номинальной поверхностью, а отдельными пятнами. Общая площадь таких пятен (фактическая площадь контакта) мала и растет линейно с увеличением нагрузки. Сила трения пропорциональна фактической площади контакта, а значит — нагрузке. Располагая образцом различными гранями, мы сохраняем величину фактического контакта, которая зависит только от нагрузки, поэтому сила трения не зависит от площади номинального контакта.

Спустя совсем немного времени, в конце VIII века, Ш.Кулон (тот самый, которого «закон Кулона» и школьный фольклор «сила по Кулону — ку на ку») пришел к более общей зависимости. Он установил, что сила трения состоит из двух компонент — одной, пропорциональной нагрузке, и другой, постоянной. Эта вторая компонента зависит от слипания тел, адгезии, и становится заметной, если поверхности очень гладкие. На практике легко

4 Разрушение при трении

убедиться в существовании такого слипания, взяв два куска стекла или полированного металла. Адгезия является результатом действия сил межмолекулярного притяжения.

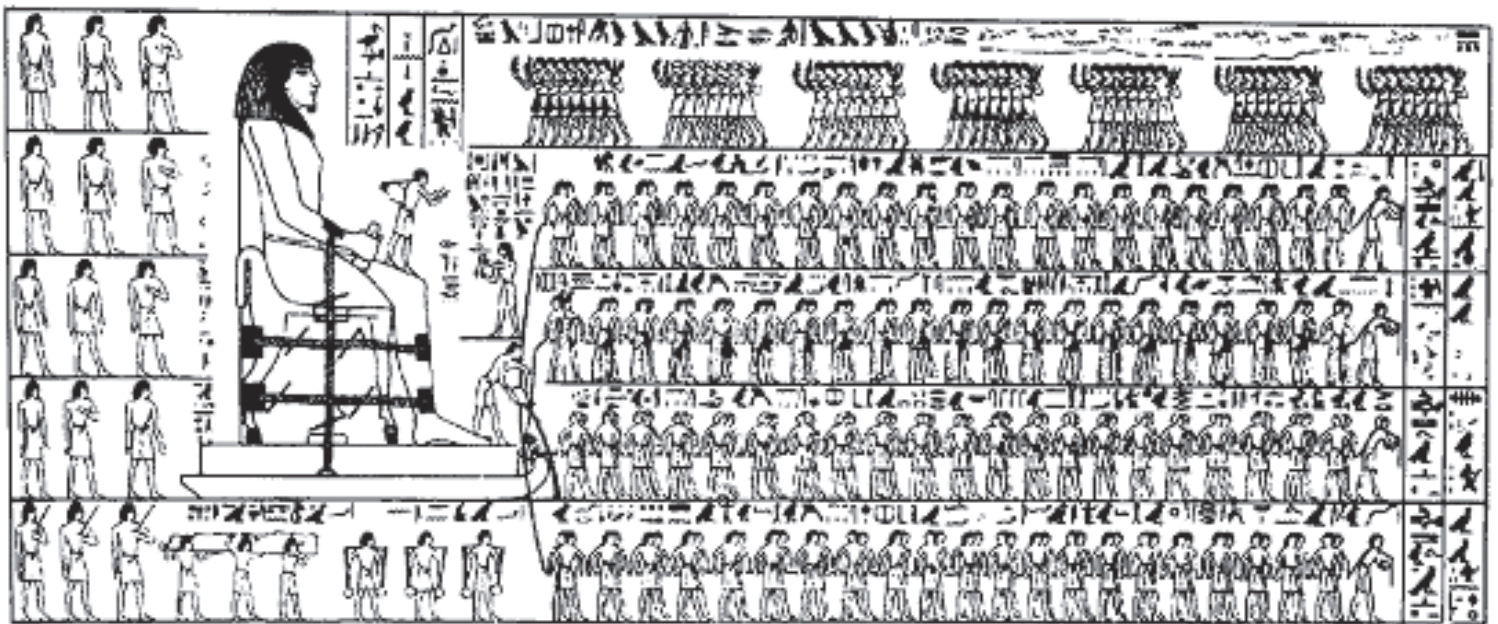
Закон Кулона лег в основу современных теорий трения, разработанных Ф.Боуденом и Д.Тейбором (Англия) и И.В.Крагельским (Россия). Обе теории базируются на представлении о двойственной природе трения, то есть предполагается, что трение имеет две составляющие: механическую (деформационную) и молекулярную (адгезионную), и они просто складываются. Однако компоненты трения действуют на разных масштабах и оцениваются при различных допущениях. Если деформационная составляющая определяется для областей микронных размеров, областей фактического контакта, при допущении о сплошной структуре материала, то адгезионная составляющая — результат действия сил межмолекулярного притяжения на расстояниях атомного масштаба. Эти составляющие не независимы, изменение одной из них сказывается на поведении другой. Создание общей теории трения, в которой деформационная и молекулярная составляющие окажутся не постулатами, а приближенными результатами, — актуальная проблема современной трибологии.

Изнашивание и износ

Это не синонимы: первое — процесс, второе — неизбежный и, как правило, неприятный результат. Удаление материала с поверхности контактирующих тел в результате их трения имеет далеко идущие последствия, оно —

главная причина выхода из строя любых орудий труда, от лезвия бритвы до ноженки, любых машин и механизмов, любой одежды и обуви. Только потери металла от износа составляют миллионы тонн в год, но дело часто не в величине износа, а в том, что даже истирание тонкого поверхностного слоя детали может привести к полной потере работоспособности. Кроме того, износ важен для экологии, например, густой шлейф дыма из выхлопных труб автомобилей — это, как правило, результат износа поршневых колец двигателя.

Изнашивание зависит от нагрузки, скорости скольжения, температуры, свойств трущихся материалов, смазки и состава окружающей среды. У износа есть три стадии: взаимодействие поверхностей, изменения в поверхностных слоях и повреждение поверхностей. Взаимодействие поверхностей можно разделить на механическое и молекулярное (рис. 4). Механическое — это внедрение и зацепление неровностей. При перемещении происходит упругое (обратимое) и пластическое (необратимое) оттеснение материала внедрившимися неровностями (рис. 4а). Зацепление неровностей приводит к их взаимному деформированию, менее прочная неровность может срезаться (рис. 4б). Молекулярное взаимодействие проявляется в адгезии пленок, покрывающих контактирующие поверхности (рис. 4в), а если адгезия велика, то разрушение сопровождается вырыванием кусков материала (рис. 4г). Изменение механизма изнашивания меняет его скорость в тысячи раз, и, чтобы эта скорость была как можно ниже, выгодно по возможности уменьшить толщину слоя материала, в котором происходят деформация и адгезионное сцепление, или вообще локализовать эти процессы в пленке на поверхности, применив смазочный материал. Существуют, однако, и ситуации, когда скорость изнашивания должна быть как можно больше, например при шлифовании и полировании.



Смазка

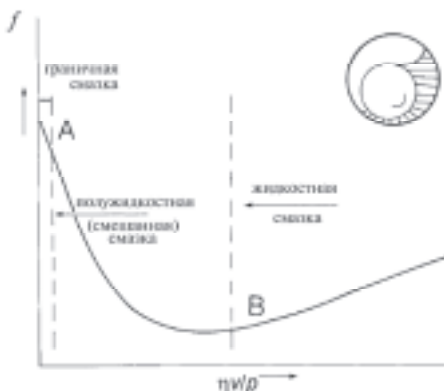
Почти всегда самый простой способ уменьшить трение и износ — применение смазки, помещение между трущимися телами пленки смазочного материала с малым сопротивлением перемещению. Сначала такими материалами были растительные и животные жиры, сырая нефть, деготь, графит, а затем, с развитием химии, продукты нефтехимического синтеза, органические и неорганические масла, полимеры и сульфиды некоторых металлов.

Смазочные материалы используются человечеством с древнейших времен. Люди очень быстро поняли буквальный смысл поговорки «не подмажешь — не поедешь». Свидетельство тому — колесницы шумеров (XXIV–XXI века до н. э.), которые вряд ли были бы грозной боевой техникой, имея они несмазанные колеса. Пример использования смазки при транспортировке громадных статуй оставили нам древние египтяне (рис. 5). Обратите внимание на человека, стоящего на переднем краю салазков и поливающего какой-то жидкостью поверхность скольжения. Это, по-видимому, один из первых профессиональных трибологов.

Смазка выполняет много функций — в первую очередь разделяет реальные шероховатые поверхности и не дает им деформироваться и слипаться. Смазка трущихся поверхностей изменяет механизм трения, а насколько существенно — зависит от вязкости и толщины слоя смазки. Посмотрим, как функционирует смазанный подшипник

скольжения (рис. 6). Пусть смазка обильная, то есть она полностью разделяет сопряженные поверхности и препятствует их прямому контакту. При вращении вал вовлекает смазку в зазор, ближайший к поверхности вала тонкий слой прилипает к валу и движется вместе с ним, а остальные перемещаются за счет внутреннего трения. Смазка втягивается в самое узкое место зазора и раздвигает вал и подшипник. Это явление называется эффектом масляного клина, а соответствующий режим трения — гидродинамическим; основы гидродинамической теории трения были заложены Н.Петровым (Россия) в конце XIX века. Коэффициент трения при таком режиме очень мал — до 0,001.

Вернемся к рис. 6, который называется диаграммой трения или кривой Герси–Штрибека. Происхождение минимума в точке В и правой пологой ветви фактически следует из приведенного выше описания механизма смазки и нескольких дополнитель-



6 Смазки и поехали



5 Трение в Древнем Египте

ных пояснений. Справа от точки В коэффициент трения может возрастать с ростом вязкости (увеличиваются потери на внутреннее трение), увеличением скорости вала (увеличиваются перепад давления и реакция смазки на вал, вызывая увеличение зазора), понижением нагрузки на вал (опять же увеличение зазора) или за счет совместного изменения этих параметров. В этой области сопряженные поверхности полностью разделены смазкой, и износ практически не наблюдается.

Более крутая левая ветвь описывает трение в условиях, при которых толщина смазочной пленки уменьшается за счет соответствующего изменения рассматриваемых параметров, например увеличения нагрузки. Вблизи точки В, когда толщина смазки составляет 0,1–10 мкм, но тем не менее еще обеспечивает разделение трущихся поверхностей сплошной пленкой, уже нельзя пренебрегать



деформацией контактирующих тел. Из-за деформации площадь контакта возрастает и происходит перераспределение нагрузки, что в совокупности с возросшей вязкостью способствует повышению нагрузочной способности узла трения. Такой режим смазки называется упругогидродинамическим.

Если толщину пленки сделать еще меньше, она не сможет разделять контактирующие поверхности полностью. Это режим смешанной или полужидкостной смазки, когда масляный клин появляется на одних участках контакта, а на других может происходить либо контакт поверхностей, либо они оказываются разделены такой тонкой пленкой ($< 0,1$ мкм), что ее поведение становится мало похожим на поведение жидкости. Такой режим называют граничной смазкой, и в этой ситуации возрастает роль физико-химических и химических процессов.

Трибология и химия

Трибохимия — область химии, изучающая химические и физико-химические изменения твердых поверхностей в процессе трения или удара, то есть инициированные механической энергией. Один из древнейших примеров такого инициирования химической реакции — добывание огня при трении и ударе.

При взаимодействии поверхности с окружающей средой (в том числе и со смазкой) происходит адсорбция. В процессе химической адсорбции на поверхности формируется монослой, который можно удалить только при высокой температуре. Кроме того, происходят химические реакции поверхности со средой, например окисление. Результат таких реакций — образование на поверхности новой фазы.

Воздействие некоторых веществ на поверхность металлов или неметаллов может привести к изменению механических свойств поверхностных слоев. Впервые это явление наблюдал российский химик П.А.Ребиндер.

При этом на поверхности формируется тонкий пластичный слой (толщиной около $0,1$ мкм) с низким сопротивлением сдвигу, что облегчает разрыв адгезионных соединений. Этот эффект называют эффектом Ребиндера, а соответствующие вещества вводят в смазки.

Результатом химического или электрохимического взаимодействия трущихся поверхностей может быть их разрушение, называемое коррозионным изнашиванием. Иногда термин «коррозионное изнашивание» применяют к интенсивному изнашиванию в агрессивной среде, а умеренный износ в нормальной атмосфере называют окислительным изнашиванием. В этом случае разрушается только поверхностный слой и образуется стабильная оксидная пленка.

В результате химических реакций в зоне трения появляются полимеры трения — продукты полимеризации смазки. Они возникают при взаимодействии смазки со средой и материалами трущихся деталей. Полимеры трения улучшают условия работы узла трения, снижают износ и силу трения.

Существует даже оригинальная гипотеза, согласно которой зарождение жизни на Земле обязано трибохимическим реакциям. Утверждается, что некоторые реакции, при которых образуется белок аланин, могли протекать при воздействии ультразвука или ударных волн на реакционную смесь.

Важную роль играют трибохимические реакции и при граничной смазке. Сам термин «граничная смазка» был введен в научный обиход в начале прошлого века У.Харди (Англия), а основные результаты в этой области трибологии были получены Б.В.Дерягиным, А.С.Ахматовым, Г.В.Виноградовым и Р.М.Матвеевским. В машинах и механизмах трение чаще всего происходит именно в этом режиме, поскольку металлы обычно покрыты адсорбированной пленкой. Даже в условиях гидродинамической смазки узлы трения при пуске и остановке машин и механизмов некоторое вре-

мя работают в режиме граничной смазки. Но не все смазки способны эффективно образовывать граничный слой на поверхности трения — например, чистые минеральные масла для этого мало пригодны. Поэтому к ним добавляют вещества, молекулы которых либо полярны, имеют активные концевые группы и поэтому хорошо адсорбируются поверхностями, либо химически взаимодействуют с поверхностью. Впрочем, если адсорбированные молекулы имеют на концах одинаковые группы (например, эфиры), то они могут располагаться вдоль поверхности, формируя кристаллоподобный слой. Граничные слои могут быть образованы и из твердых смазок, например графита или дисульфида молибдена, — на поверхности образуется слой со слоисто-решетчатой структурой.

Граничные слои предотвращают непосредственный контакт неровностей и, экранируя поверхностные поля, значительно снижают адгезию. При этом они имеют низкую сдвиговую прочность и большое сопротивление сжатию. Тонкая граничная пленка, покрывающая шероховатые поверхности, повторяет их рельеф. Поэтому поверхности контактируют через смазку, но по отдельным пятнам. Малая толщина смазочного слоя не может препятствовать упругой и пластической деформации контактирующих тел, но сдвиг происходит в пленке, а не в основном материале, что и приводит к снижению трения. Еще Харди заметил, что коэффициент трения стекла по стеклу уменьшается в десять раз (с 1 до $0,1$), если поверхность покрыть тонким слоем стеариновой кислоты.

При значительной пластической деформации и высокой температуре смазочная пленка может разрушаться, тогда адгезия, трение и износ увеличиваются. Неудачно подобранная смазка может вызвать даже коррозию металлов, поэтому выбор смазки зависит не только от контактирующих материалов, но и от режима эксплуатации — это уже не только наука, но и в какой-то мере искусство.

В сердце, колене, видеке, компьютере

Трибологические проблемы возникают всегда, когда контактируют два тела. Очень часто эти проблемы оказываются сложными, а их решение — необходимым для работы устройства. Причем поскольку общий вектор развития техники направлен в сторону решения новых задач, то и трибологические проблемы постоянно обновляются. Вот несколько примеров.

Искусственный клапан для сердца — проблема низкого трения и, как вы сами понимаете, минимального износа: все продукты эрозии оказываются в крови. Протезы суставов — все то же плюс работоспособность при высоких нагрузках; в этих двух ситуациях узел трения работает в жидкой и вовсе не инертной среде, так что хи-

душным зазором). Компания IBM потеряла кучу денег и половину рынка винчестеров, когда винты залипали и не хотели стартовать. Сейчас винты работают со слоем мономолекулярной смазки — перфторэфиры — для предотвращения сцепления и трения при стартах и стопах.

Целой новой областью техники с новыми трибологическими проблемами оказалась нанотехника. Во-первых, до недавнего времени трибология имела дело с узлами трения обычных размеров, и участки контактов были намного меньше самих деталей. Но с 70-х годов XX века трибологи столкнулись с проблемами трения и износа на микроуровне, например в результате быстрого развития компьютерной техники, робототехники, медицинской техники (микрохирургия), гироскопов. Трение, смазка и износ в микросистемах реализуются на очень гладких площадках контакта, сравнимых с размерами систем, и поэтому роль адгезии и поверхностных сил в них очень велика. Пришлось искать принципиально новые решения — например, для снижения трения в системах магнитной записи используют мономолекулярные слои фторированных углеводов.

Во-вторых, для создания приборов микронных и наноразмеров используются микроэлектронные технологии, которые создавались для работы с кремнием, а он имеет высокое трение. При размерах в десятки микрон можно сделать образец методами кремниевых технологий, а потом металлическую или полимерную копию методом литья под давлением (фото 1), но при меньших размерах (фото 2) такая технология неэффективна, и приходится либо применять сверхтонкие покрытия с малым трением, либо изменять свойства поверхностного слоя деталей, например, ионным легированием.

Вызов и ответ — так устроена вся история техники. На брошенный ей вызов трибология всегда находит ответ. Но это бывает очень и очень непросто.

Новости трения

До сих пор исследователям не удалось точно измерить трение, возникающее между деталями микроскопических моторчиков, насосов и редукторов, которые могут быть элементами крошечных медицинских имплантатов для работы, например, в организме человека. Такие устройства — микроэлектромеханические системы — зачастую содержат детали размером в несколько нанометров, поэтому точно измерить трение между этими крошечными элементами чрезвычайно трудно. А без знаний о силе трения невозможно выбрать смазку. Исследователи университета штата Огайо Б.Бхушан и Х.Уинбиглер разработали метод измерения трения между микроскопическими деталями, позволяющий увеличить точность измерений в два раза и предложили новый способ нанесения смазки на миниатюрные детали. Они нанесли смазку слоем толщиной 1 нм по всей поверхности трущихся деталей, нагревая их до 150°C, и коэффициент трения снизился вдвое. Возможно, что при этом как раз и образовались те самые полимеры, о которых говорится в статье.

Однако во многих случаях удобнее сухие смазки — например, для космических применений. И не только для них. Во Фраунгоферском институте тонких пленок и поверхностей разработано аморфное гидрокарбонатное покрытие для деталей, работающих с большой нагрузкой. Такие покрытия можно наносить в вакууме при 200°C на поршни, валы, зубчатые колеса, клапаны и другие подобные детали. Это покрытие может быть применено, например, в дизельных двигателях нового поколения. А для покрытия поверхности штампов было разработано углеродное алмазоподобное покрытие. Оно предотвращает холодное сваривание между контактирующими участками инструмента и заготовки — вечную проблему при штамповке изделий из сплавов алюминия или титана. Дополнительное преимущество — при откате от жидкой смазки детали после штамповки не надо обезжиривать — их можно сразу сваривать, красить или склеивать. Процесс становится дешевле, и не надо утилизировать растворители.

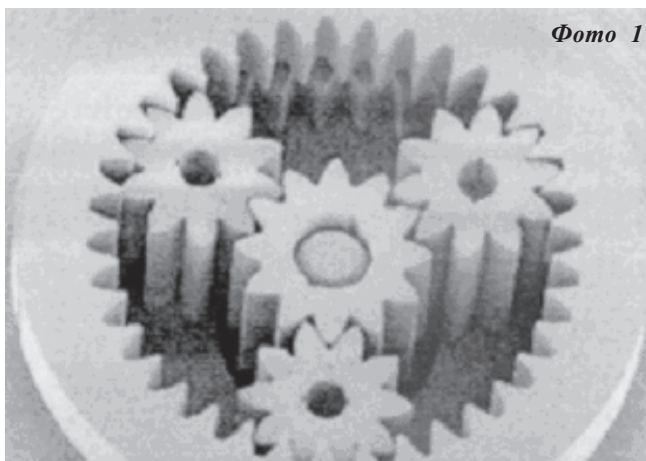


Фото 1

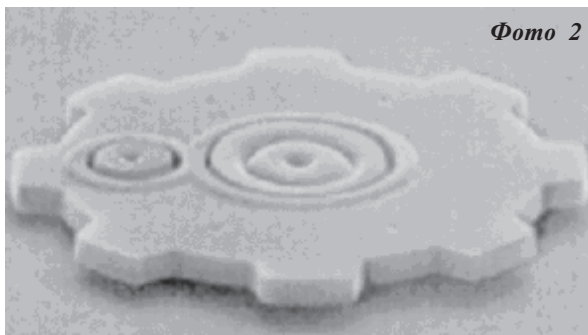


Фото 2

мические проблемы тоже возникают. Видеомагнитофон — опять проблема низкого трения и износа. Оказалось, что очень низким износом обладают пленки аморфных металлов, которыми и покрывают головки магнитофонов. Все космические применения — проблема низкого трения в условиях вакуума, когда трение металлов возрастает в десять и более раз. Главная проблема винчестера в компьютере — это проблема начала движения и остановки, когда трение играет главную роль (во время движения головка отделена от диска воз-

Молекулы и гены облысения

С.Ю.Афонькин



ЗДОРОВЬЕ

Облысение и звезды

Полистав подшивки дореволюционных газет и журналов, легко убедиться, что и век назад средства массовой информации всюю рекламировали патентованные и «единственно верные» средства от облысения. В чем же дело? Неужели со временем меняются лишь названия препаратов, которые производители косметических средств упорно пытаются продать доверчивым потребителям, а количество лысеющих граждан не уменьшается? Существует ли вообще какой-либо прогресс в борьбе с плешивостью? Этот вопрос интересует многих людей, поскольку по статистике к пятидесяти годам примерно у половины всех мужчин и женщин планеты начинаются проблемы с волосами. У представителей сильного пола площадь шевелюры начинает неуклонно уменьшаться, а у женщин волосы со временем становятся более тонкими и редкими.

Завеса тайны над процессами, происходящими с волосными сумками в тонком слое кожи, стала приподниматься лишь в последние несколько лет. Для того чтобы разобраться с событиями, происходящими у многих мужчин на макушке, науке потребовалось примерно столько же времени, сколько ушло у нее на разгадывание тайн эволюции звезд в нашей Галактике! Причина тому — необъятность бездны, открывающейся молекулярным биологам в недрах клеточных процессов; она оказывается ничуть не меньшей, чем глубина безбрежного космоса. Давайте же проследим динамику жизни волосного фолликула, как она видится с современной научной точки зрения. Тогда многое станет ясным, хотя неизбежно появятся и новые вопросы.

Рождение волоса

Как известно, все начинается с детства. Наши волосы в этом плане не исключение. Закладка будущих воло-

сыных сумок начинается в эмбриогенезе очень рано — уже у двухмесячного зародыша. К этому времени у него уже давно сформирована основа будущего кожного покрова. Он состоит из двух слоев клеток: наружного слоя — эктодермы и лежащего под ним — мезодермы. Напрямую клетки этих двух фундаментальных пластов между собой не общаются. Они разделены так называемой базальной мембраной, которая сохраняется после рождения ребенка и помимо прочего играет роль своеобразного дополнительного иммунологического барьера. Эктодерма образует наружный слой кожи — эпидермис, а мезодерма формирует ее более глубокие слои — дерму.

Так вот, на ранних стадиях эмбриогенеза фибробласты — клетки мезодермы — образуют маленькие, но могучие кучки. В результате формируются так называемые дермальные сосочки (папиллы), похожие в известном смысле на военный штаб, который призван контролировать будущую сложную тактическую операцию. Клетки этих сосочков не делятся, они лишь руководят процессом, посылая в лежащую за базальной мембраной эктодерму сигнальные молекулы. В ответ находящиеся непосредственно за этой границей клетки начинают делиться, формируя зачаток будущей волосной сумки. Он постепенно вытягивается, погружаясь в дерму. Образование волосного фолликула в этом плане напоминает рост морковки на грядке, чей корень проникает в почву все глубже и глубже.

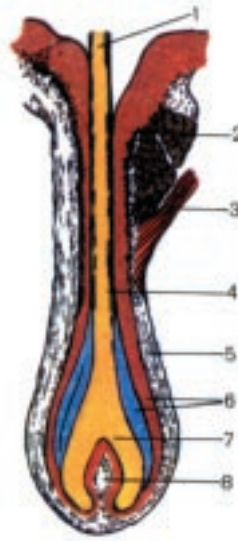
В конечном счете цилиндр из эктодермальных клеток оказывается заглубленным в дерму на несколько миллиметров. По клеточным меркам это немало. При этом он по-прежнему отделен от мезодермы изогнувшейся базальной мембраной, а на его нижнем конце продолжают работать немногочисленные, но всемогущие своей руководящей ролью фибробласты. В это время они формируют прочную коллагеновую капсулу, которая буквально обнимает корень бу-

дущего волоса подобно тому, как рука сжимает теннисный мяч.

В основании волосного фолликула, как раз над группой фибробластов, в коллагеновой капсуле расположены створчатые эпителиальные клетки. Их еще называют кортикальными. Они постоянно интенсивно делятся. Новым клеткам, образовавшимся в результате умножения этой клеточной братии, деваться некуда, кроме как постепенно двигаться вверх. По мере этого продвижения клетки начинают интенсивно синтезировать кератин — основной белок, входящий в состав волос и ногтей (у животных — когтей, перьев и рогов). Кстати, эластичность нашей коже помимо белка-эластина придают полимерные кератиновые фибриллы так называемого мягкого типа.

Важную роль при синтезе кератина играет аминокислота цистеин. Она содержит серу, поэтому между двумя цистеиновыми аминокислотными остатками в молекуле белка могут возникать дисульфидные мостики. Именно они придают уникальные свойства полимерным молекулам кератина, из которых в основном состоят наши волосы. Невероятно, но факт — по прочности они занимают промежуточное положение между медью и железом. Средний волос человека всего лишь в пять раз толще его капилляров. Он имеет площадь поперечного сечения в 0,002 мм и при этом выдерживает груз в 100 г!

Как и все белки, кератин волос состоит из аминокислот, которые поступают в клетки по кровеносным сосудам для дальнейшей сборки. Отсюда, кстати, первый любопытный вывод. Некоторые косметические фирмы выпускают препараты, содержащие кератин, который якобы может укрепить силу волос. Мягко говоря, это не соответствует действительности. Извне кератин в состав волоса ввести нельзя, как невозможно увеличить прочность гвоздя, прикладывая к его поверхности стальной порошок. Все вещества, попавшие на поверхность волоса из применяемой косметики, будут неизбежно смыты и



Строение волоса:

- 1 — стержень волоса;
- 2 — сальная железа;
- 3 — мышца, поднимающая волос;
- 4 — корень волоса;
- 5 — волосяной фолликул;
- 6 — наружное и внутреннее корневое влагалище;
- 7 — волосяная луковица;
- 8 — волосяной сосочек

никогда не станут его составной частью. Стрижка также не оказывает влияние ни на скорость роста волос, ни на их толщину. Эти параметры зависят только от производства кератина клетками волосяной сумки. Однако не будем отвлекаться и вернемся к событиям, происходящим с волосными сумками в эмбриогенезе.

Через некоторое время клетки, синтезирующие кератин, оказываются забиты уже на 85 % (по весу) этим основополагающим «волосяным» белком. В результате они уплощаются и гибнут, начиная напоминать своеобразные черепишки, из которых постепенно складывается стержень волоса. Представьте себе термос с узким горлышком, в котором созревает опара. Из него длинным цилиндром вылезает постепенно засыхающее тесто — получится неплохая аналогия процесса, который происходит в волосяной сумке.

На самом деле все немного сложнее, поскольку и стержень формирующегося волоса, и стенки окружающей его сумки устроены совсем не просто. Биологи, изучающие ткани (гистологи), насчитывают до девяти слоев в структуре волосяного фолликула, а сам волос имеет при этом внутренний стержень (медулу) и более плотный внешний слой (кутикулу). К тому же в верхней части фолликула формируется еще и сальная железа. Впрочем, для нашего рассказа это не так уж и существенно. Важно другое.

Развитие около пяти миллионов волосяных фолликулов у эмбриона человека занимает более трех месяцев. Начинается этот процесс на коже головы, где расположено около миллиона волос, а заканчивается на будущих конечностях — на руках и ногах.

Волосяных сумок нет только на ладонях и стопах, а их конкретное расположение на остальной поверхности тела генетически детерминировано и несколько различается у разных индивидов. Общее же число сформированных еще в эмбриогенезе волосяных фолликулов остается неизменным в течение всей жизни человека. Даже у полностью облысевших мужчин фолликулы как таковые из кожи не исчезают! Они просто хуже работают: продуцируют только тоненькие, лишенные пигментов волоски, которые едва заметны невооруженным глазом. Кстати, похожими волосками покрыта большая часть поверхности нашего тела. Ведь даже самую шикарную и густую копну волос на голове формируют всего лишь 100 тысяч фолликулов, то есть одна пятидесятая часть от их общего числа!

Следовательно, чтобы разобраться в причинах облысения, надо понять режим работы отдельного фолликула и механизм регуляции этого процесса. Вероятно, только тогда мы сможем противопоставить лысине истинный щит из научных знаний.

Волосяная циклика

Расчешите свою шевелюру руками, и наверняка несколько волос останутся при этом между вашими пальцами. Пугаться не надо. Это не грозный признак надвигающегося облысения, а результат нормальных циклических изменений, которые постоянно происходят с каждым вашим волосяным фолликулом. Изменения эти включают три фазы: роста, дегенерации и покоя. Стадию роста несколько научнообразно называют анагеном. Она длится от 500 до 1800 дней, хотя порой затягивается надол-

го — до 10 лет. В это время клетки волосяной сумки активно делятся и исправно синтезируют кератин.

Скорость этого синтеза зависит от положения фолликула, а также от возраста и пола человека. Однако в среднем каждые сутки только что сформированный волос поднимается над поверхностью кожи на треть миллиметра. Кстати, перемножив скорость роста волос на продолжительность анагена, можно получить максимальную длину волос, которые удастся отрастить. В среднем получается интервал от 20 до 60 см. У некоторых выдающихся личностей волосы отрастают значительно длиннее, но это определяется особыми наследственными факторами.

За стадией роста следует катаген — относительно непродолжительная стадия дегенерации, которая длится всего две-три недели. В это время расположенные над дермальной папиллой клетки перестают делиться, многие клетки волосяной сумки гибнут, а длина самой сумки сокращается. Волос при этом как бы лишается своего якоря, до этого момента надежно удерживавшего его в толще дермы. Такой волос легко можно вытащить из дегенерирующей волосяной сумки при расчесывании шевелюры.

Катаген плавно заканчивается периодом покоя — телогеном, который может продолжаться два-три месяца. В это время ничего особо интересного не происходит — скукоженный и неактивный фолликул находится как бы в спячке.

События, следующие за телогеном, во многом напоминают сценарий формирования фолликула в эмбриогенезе. Снова группа фибробластов начинает активировать клетки эктодермы. Скорее всего, это те же самые фибробласты, поскольку они-то период дегенерации фолликула спокойно переживают. В результате волосяная сумка вновь удлиняется, и в ней начинает формироваться новый волос. Если старый волосяной стержень к этому времени еще не потерян, он неизбежно будет вытолкнут наружу своим новым собратом.

Ежесуточно у здорового 20-летнего мужчины до 90 % волосяных фолликулов на голове находятся в стадии роста. Остальные дегенерируют или отдыхают. Именно за счет последних он ежедневно теряет от 50 до 100 волос из своей прически. У людей даже соседние фолликулы находятся на разных стадиях своего цикла независимо друг от друга. В результате внешне шевелюра вроде бы не меняется. То там из нее выпадет волос, то здесь.



Иное дело у большинства других млекопитающих. Фолликулы их кожи вступают в катаген и телоген как бы волнами; в результате — линька или смена летней шубки на зимнюю. Из хорошо изученных в этом плане братьев наших меньших, пожалуй, только морская свинка теряет свои шерстинки постепенно и так же случайно, как человек свои волосы.

Итак, как уже говорилось, сами по себе фолликулы не гибнут. С возрастом изменяется лишь соотношение между длительностью фаз их «волосного цикла». Таким образом, уменьшение числа волос на голове у лысеющих мужчин происходит не за счет уменьшения числа их волосяных сумок, а за счет изменения соотношения покоящихся и активных фолликулов. При этом можно предположить, что ключевую роль в организации этой циклики играют мезодермальные фибробласты — те самые, что находятся в основании волосного фолликула и отсюда незаметно, но властно руководят происходящими выше процессами. Именно они определяют не только активность эпителиальных клеток в глубине волосного фолликула, но и само формирование этой удивительной структуры.

В подтверждение этой гипотезы в 1990 году было сделано любопытное наблюдение: пересаженный в иное место дермальный сосочек вскоре вызывает формирование совершенно нового волоса! Наоборот, лишенный инструкций дермальный сосочек волос перестает расти и вскоре вываливается из своих эпидермальных «ножен». Поэтому, обсуждая возможность косметической операции по пересадке волос, нелишне поинтересоваться, что происходит при этом с фибробластами, расположенными в основе волосной сумки. Если они при этом остаются в коже на старом месте, такая операция будет пустой тратой денег. Но это так, к слову.

В идеале ученым следует найти некое сигнальное вещество, с помощью которого фибробласты дермы стимулируют клетки эпидермиса формировать волосную сумку. Тогда с его помощью спящие фолликулы, возможно, удастся взбудить и заставить вступить в новый цикл волосного производства. Новые же волосы удастся выращивать при этом как петрушку на грядке — даже в тех местах, где их никогда не было!

Генетика облысения

Для того чтобы выявить ключевые моменты какого-либо биологического

процесса, исследователи, помимо всего прочего, стараются выявить мутации, которые его нарушают. Тогда на фоне патологии закономерности нормы становятся более понятными. Что известно о генетике облысения?

Еще в середине XIX века англичане, жившие в окрестностях городка Мейденхед, часто ловили совершенно голых мышей, чья кожа была покрыта многочисленными складками. Таких мышей прозвали «носорожьи» (Rhino-mouse). Теперь открыли, что их странный вид вызван единственной мутацией в 14-й хромосоме. Известно, что существуют также «голые» кошки и собаки.

У людей подобное состояние возникает при врожденной алопеции (так по-научному называется облысение). Младенцы с таким редким аутосомно-рецессивным заболеванием лишены всех волос от рождения, и те не отрастают в дальнейшем. Ясно, впрочем, что это состояние не имеет прямого отношения к обычному возрастному облысению.

Встречаются также врожденные формы алопеции, при которых волосы исчезают на отдельных участках тела (гнездная алопеция). Различные ее разновидности встречаются среди населения с частотой 1:500–1:700. Причина такого недуга пока остается неизвестной, хотя есть указания на роль наследственности, поскольку до 20 % больных имеют родственников с таким же заболеванием.

Наиболее частой формой облысения (до 95 % всех случаев) является так называемая андрогенная алопеция, которая упоминается уже в Ветхом Завете. Достаточно сказать, что 30–35 % мужского населения мира в возрасте от 25 до 55 лет подвержены именно андрогенной алопеции.

Врачи справедливо считают, что некоторые формы алопеции (в том числе и андрогенная) явно носят наследственно доминантный характер, причем, как правило, они сцеплены с полом. Следовательно, много шансов за то, что если вы — мужчина, а у вашего отца рано стали появляться залысины, то такая же судьба ждет и вас. Единственное, чем можно утешиться, — доставшееся по наследству облысение может быть менее выражено. Лысина на голове — не самая тяжелая дань, которую мужчинам приходится порой отдавать наследственности. Как гены влияют на облысение? Установлено, что в 70–72% «ген облысения» наследуется мужчиной по материнской линии. Мать передает его от своего отца своему сыну. В остальных случаях такой ген насле-

дуется непосредственно от отца. Логично было бы предположить, что «ген облысения» влияет на способность клеток волосного фолликула воспринимать стимулирующие сигналы. Какие это могут быть сигналы?

Лысина и половые гормоны

Потерю волос могут вызвать неполадки работы иммунной системы, стрессы, яды, радиоактивное облучение, инфекции и даже физические травмы. В истории медицины отмечена потеря волос (обычно на 20–40 %) после сыпного тифа. Известно также, что мужские половые гормоны — андрогены не только влияют на развитие мужских половых признаков, но и оказывают влияние на рост волос.

Предположение, что в развитии андрогенной алопеции играют роль «мужские субстанции», выдвинул еще Гиппократ. Однако подробное изучение этого типа облысения начал только в 1942 году Дж. Б. Гамильтон. Выяснилось, что андрогены стимулируют рост бороды, усов и растительности на теле, подавляя одновременно рост волос на голове. Происходит это следующим образом.

Один из клеточных ферментов превращает мужской половой гормон тестостерон в сходное с ним гормональное соединение — 5-альфа-дигидротестостерон. Оно угнетает рост волосяных фолликулов на макушке и на границе роста волос, связываясь с соответствующими рецепторами на поверхности клеток волосяных фолликулов. Этим и объясняется характерный вид мужских залысин.

При андрогенной алопеции на голове у мужчин в затылочной и височных областях всегда остается венчик волос. Происходит так потому, что волосяные фолликулы в этих зонах не имеют рецепторов, способных воспринимать действие андрогенов. Волосы в этих областях как бы застрахованы от выпадения. В тех же фолликулах, где рецепторы к 5-альфа-дигидротестостерону имеются, этот гормон проникает в клетку и нарушает синтез белков. В результате про-



ЗДОРОВЬЕ

исходит уменьшение размеров фолликулов, которое сопровождается уменьшением диаметра волосяного стержня с постепенной трансформацией жестких волос в нежный пушок — характерный признак развития андрогенной алопеции. Сначала происходит поредение волос в височных областях (I степень облысения), затем в области лба и затылка (II степень), потом в центрально-теменной области (III степень). Наконец, волосы остаются лишь на маленьком участке между лобной и центрально-теменной областью (IV степень), а потом и этот участок с течением времени исчезает (V степень).

Любопытно, что интенсивность роста волос не зависит от конкретного места на коже — были бы здоровыми волосяные луковицы, не реагирующие на 5-альфа-дигидротестостерон. В истории медицины зафиксирован такой курьезный случай. Во время Второй мировой войны одному из раненых солдат кусочек его собственной кожи головы пересадили на поврежденный палец. Трансплантат благополучно прижился, и на нем начали расти достаточно густые волосы! Палец приходилось время от времени стричь. Так продолжалось до тех пор, пока ветеран не облысел. Вместе с волосами на голове он потерял и волосы на своем знаменитом пальце.

У женщин андрогены также вырабатываются, однако чувствительные к ним волосяные луковицы расположены у них на теле иначе, чем у мужчин. Поэтому лысеющую женщину можно встретить гораздо реже, чем сверкающего лысиной мужчину. Более того, у женщин даже при наличии генетически детерминированной повышенной чувствительности волосяных фолликулов к андрогенам при нормальной концентрации в крови этих мужских гормонов облысение практически не выражено. Алопеция «мужского типа» может возникнуть у них только в случае выраженной гиперандрогении, то есть повышенного содержания мужских половых гормонов в крови. Часто такое облысение сопровождается патологические

изменения в яичниках и надпочечниках. Резкое уменьшение количества женских половых гормонов эстрогенов (и, как следствие, относительное увеличение концентрации мужских) может произойти в результате приема контрацептивных препаратов, в состав которых входят синтетические прогестины.

Бороться с андрогенной алопецией с помощью гормонов, мягко говоря, непросто. Да и вряд ли кто из лысеющих мужчин согласится приостановить этот процесс путем снижения уровня своих мужских половых гормонов. Про генную терапию, способную повлиять на соответствующие рецепторы волосяных фолликулов, говорить пока не приходится. Впрочем, существуют и обходные пути. Например, препарат «Пропеция» (ранее известный в научных кругах как «Финастерид») угнетает работу фермента, превращающего тестостерон в дигидротестостерон. В результате концентрация последнего в крови падает. Такой метод борьбы с облысением помогает! В 1988 году было проведено специальное исследование, в котором принимали участие 1200 мужчин в возрасте от 18 до 41 года со средней степенью облысения. Из них 83% сохранили свои волосы на макушке с помощью «Финастерида» в течение двух лет!

И все же любая гормональная терапия — вещь во многих отношениях рискованная. Быть может, на клетки, продуцирующие волосы, влияют не только гормоны?

Коварные сигналы

В конце 90-х годов прошлого века Элейн Фукс в Чикагском университете изучала молекулы, включавшие в ядрах клеток гены, ответственные за синтез кератина. В дермальных папиллах кожи эмбрионов она обнаружила биологически активное вещество, которое влияло на лимфоциты — так называемый фактор LEF1. При этом выяснился удивительный факт: у мышей с недостатком LEF1 шерстка отрастала плохо. Наоборот, при избытке LEF1 ее хвостатые подопечные покрывались шикарным густым мехом. Аналогичные эффекты оказывал и другой белок — бета-катенин. Фукс получила линию мышей с необычно высоким его содержанием в клетках. Такие грызуны обладали не только необычно густой шерсткой. У них было зарегистрировано формирование новых фолликулов между уже существующими!

Фукс предположила, что указанные два вещества могут принимать актив-

ное участие в формировании волосяного фолликула, заставляя клетки дермы дифференцироваться в зрелые клетки волоса. Получается, что ученые наконец нащупали основу для чудодейственного средства, которое будет способно победить любую лысину? К сожалению, у мышей с повышенным содержанием бета-катенина со временем на коже появлялись неприятные наросты, подозрительно напоминавшие пиломатриходу — опухоль, которая иногда возникает на коже головы у людей. Кстати, биологи сумели выяснить, что у человека эта опухоль является результатом мутации в гене, влияющем на распад того же бета-катенина! Известно также, что избыток бета-катенина вызывает рак кишечника, печени и молочной железы. Так что вряд ли стоит предлагать это вещество для борьбы с облысением.

Итоги

Итак, достижения современной молекулярной и клеточной биологии пока плохо состыковываются с косметологией, постоянно предлагающей те или иные средства от плешивости. Впрочем, не все подобные снадобья нужно считать шарлатанскими. Например, относительно недавно большую известность за рубежом приобрели препараты от облысения на основе сосудорасширяющего средства миноксидила. Они дают прекрасные результаты, относительно недороги, не имеют каких-либо серьезных побочных эффектов и помогают как мужчинам, так и женщинам.

Точный механизм действия миноксидила неизвестен. Этот препарат первоначально создали для борьбы с повышенным давлением. Поэтому можно предположить, что при втирании в кожу головы он просто улучшает кровоснабжение волосяных фолликулов, отчего они начинают работать интенсивнее.

Улучшить кровоток через кожные покровы можно гораздо проще, и притом дешевле: массажной щеткой. Или совсем бесплатно: постоять пару минут кверху ногами, приняв одну из поз классической йоги. Так что пока биологи ищут эффективное и безопасное средство от облысения, стойте регулярно вверх тормашками!



Рукотворные ВИДЫ

Н так давно мне уже приходилось рассказывать на страницах «Химии и жизни» о проблеме вида в биологии и о том, что вкладывают в это понятие систематики и генетики (см. «Химию и жизнь», 2003, № 1). Однако, несмотря на множество нерешенных вопросов, все биологи сходятся обычно на том, что виды, как правило, различаются морфологически и не способны скрещиваться друг с другом. Если же межвидовые скрещивания все-таки происходят, то гибриды оказываются неплодовитыми. Это общее правило. Однако в XX веке наука убедительно показала, что межвидовой барьер не абсолютен. И в природе, и в эксперименте порой можно наблюдать удивительный процесс эволюции — процесс возникновения новых видов и превращения одних видов в другие. Еще 15–20 лет назад такие факты были хорошо известны всем студентам биологических специальностей — в учебниках прежних лет описано множество подобных примеров. Однако сегодня снова, как в мрачную эпоху средневековья, в университетах стали появляться профессора, черпающие знания о природе из Библии. Они считают барьер между видами вечным и абсолютным. Видно, пришла пора напомнить (или рассказать заново) о достижениях экспериментальной биологии прошлого века, а заодно раскрыть читателю некоторые механизмы возникновения того биологического разнообразия, которое мы наблюдаем в природе.



ИСТОРИЯ НАУКИ



*Рождаются другие животные
От соединения различных родов.
Аристотель*

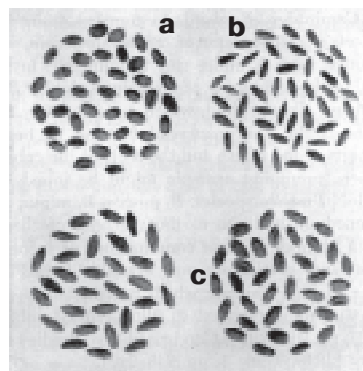
Барьер или шлагбаум?

Мысль о том, что виды непостоянны, что они могут изменяться и даже порождать новые виды при скрещивании различных животных друг с другом, родилась очень давно. Например, Аристотель предполагал, что остромордые псы лаконцев (спартанцев) — это гибриды собаки и лисицы. Путешественники тех времен считали, что новые формы часто возникают в африканских пустынях, где в оазисах собирается на водопой множество самых разных животных. Видимо, отсюда возникло и распространенное у древних выражение: «Из Ливии (Африки) всегда что-нибудь новое».

Однако в Ветхом Завете виды уже почитались неизменными, а на опыты по межвидовой гибридизации был наложен прямой запрет: «Скота твоего не своди с иною породю; поля

твоего не засевай двумя родами семян» Гибриды, правда, упоминаются и в Библии: «Были на земле исполины, особенно же с того времени, как сыны Божии стали входить к дочерям человеческим, и они стали рождать им», — но отношение к таким созданиям становится теперь резко негативным.

*Колосья и зерна тритикале
(в центре, с) заметно
отличаются от колосьев
и зерен как пшеницы (слева, а),
так и ржи (справа, б)*



О мерзостных деяниях исполинов можно узнать, например, из новенькой книжки диакона Даниила Сысоева, который комментирует дела давно минувших дней с более чем современных позиций: «Может быть, тогда люди знали нечто вроде генной инженерии и, научаемые демонами, извращали всю природу».



*Рыбку **Poecilia formosa** можно не только отловить в реках бассейна Мексиканского залива, но и получить искусственно — скрещиванием других видов*

Как известно из Библии, кончилось это тем, что Бог наказал своих внуков всемирным потопом. Однако не для всех потоп послужил уроком. «Индейцы майя, уподобившиеся исполинам в беспоклонстве, сумели удвоить число хромосом в хлопчатнике», — негодует диакон. Остается только радоваться, что конкистадоры — истинные католики — искоренили индейские цивилизации и кощунственные опыты прекратились.

Впрочем, следует отдать должное эрудитам Д.Сысоева — он знает, по крайней мере, один важный факт из той области, куда завели его теологические изыскания. А вот среди современных биологов есть такие, которые совершенно позабыли даже об этом хлопчатнике и считают, что вмешаться в процесс эволюции человек не способен. В их книгах можно встретить, например, такие утверждения: «Эволюция есть происхождение новых видов, а при одомашнивании ни одного нового вида создано не было» (Л.И.Корочкин. Свет и тьма. СПб., Б.и., 1993, с. 187) или «В случае биологической эволюции человека, так же как и других видов животного, мы имеем дело с внезапным появлением (Выделено мною. — А.М.) полностью законченного организма» (А.П.Акифьев. Генетика и судьбы. М., ЗАО Издательство Центрполиграф, 2001, с. 50).

Совсем недавно под редакцией А.П.Акифьева переиздана замечательная книга известного ученого Н.П.Дубинина «История и трагедия советской генетики» (Избранные труды, т. 4), однако при этом из нее почему-то бесследно исчезли две гла-

вы — «Генетика в 1920–1940 годах» и «Период взлета генетики».

Что же было в этих главах?

«Советские» виды

В 1922 году недавний студент Г.Д.Карпеченко начал опыт, прославивший его и всю советскую науку. Для начала он скрестил самые обычные растения — редьку и капусту. Оба они принадлежат к семейству крестоцветных, но относятся не просто к разным видам — к разным родам: *Raphanus* и *Brassica*. (Эти латинские названия дал им когда-то сам Линней.) Сперва ничего необычного не происходило. Барьер между родами, освященный авторитетом великого систематика, стоял непоколебимо: гибриды хотя и получились, но оказались неплодовитыми и не дали семян.

Причина тому была вполне понятна даже на уровне знаний начала XX века. Высшие организмы — диплоиды, то есть они имеют по два одинаковых набора хромосом, только их половые клетки гаплоидны, — они содержат один такой набор. И у редьки, и у капусты в гаплоидном наборе девять хромосом, а в диплоидном соответственно восемнадцать. Однако хромосомы родительских растений, образовавших гибрид, отличаются друг от друга по своей структуре так сильно, что не могут взаимодействовать во время мейоза — при образовании половых клеток (см. схему). В результате образование нормальных семян, которые должны развиться после слияния двух гаплоидных гамет, становится невозможным.

Впрочем, закономерная неудача не остановила исследователя: он решил сохранить гибридные растения до следующего сезона. И хорошо сделал — ведь когда гибриды перезимовали, на некоторых из них все-таки завязались семена. Беспоклонства для свершения этого чуда не потребовалось. Все произошло из-за того,

что под влиянием экстремального температурного воздействия в некоторых клетках гибридных растений удвоилось число хромосом и, таким образом, каждая из них обрела пару. Благодаря этим клеткам, мейозу в которых уже ничто не препятствовало, и образовались семена.

Из семян выросли растения с четырьмя наборами хромосом (тетраплоиды), которые не скрещивались уже ни с редькой, ни с капустой, да и внешне они не походили ни на то, ни на другое растение. «Морфологически, по стручке, наши тетраплоиды, при существующих принципах в систематике крестоцветных, несомненно должны быть выделены в самостоятельный вид или даже род», — писал ученый.

Так появилось совершенно новое растение, которое не имело названия, ибо ни Адам, ни Линней никогда его не видели. Его создателем стал советский генетик Г.Д.Карпеченко, и он сам дал имя своему детищу, назвав его рафанобрассикой (*Raphanobrassica*).

Позже ученые поняли, что не только особый температурный режим может стимулировать удвоение хромосом в клетках. Иногда это происходит при регенерации удаленных частей растения, а в других случаях процессу может способствовать применение некоторых веществ. Особую роль в исследованиях по удвоению числа хромосом сыграл колхицин, который содержится в одном из растений — в безвременнике. Это вещество не оказывает влияния на удвоение хромосомного набора в клетках, но тормозит их последующее деление — вот и возникают под воздействием колхицина тетраплоидные клетки.

Новые виды стали появляться один за другим. В частности, скрещивая разные виды пшениц с использованием приемов полиплоидизации, то есть увеличения числа наборов хромосом, А.Р.Жебрэк получил новое растение — советскую пшеницу (*Triticum soveticum*). Это название было очень символическим — в предвоенные годы генетика в Советском Союзе достигла грандиозных успехов.



Пиккульник — природный полиплоид гибридного происхождения

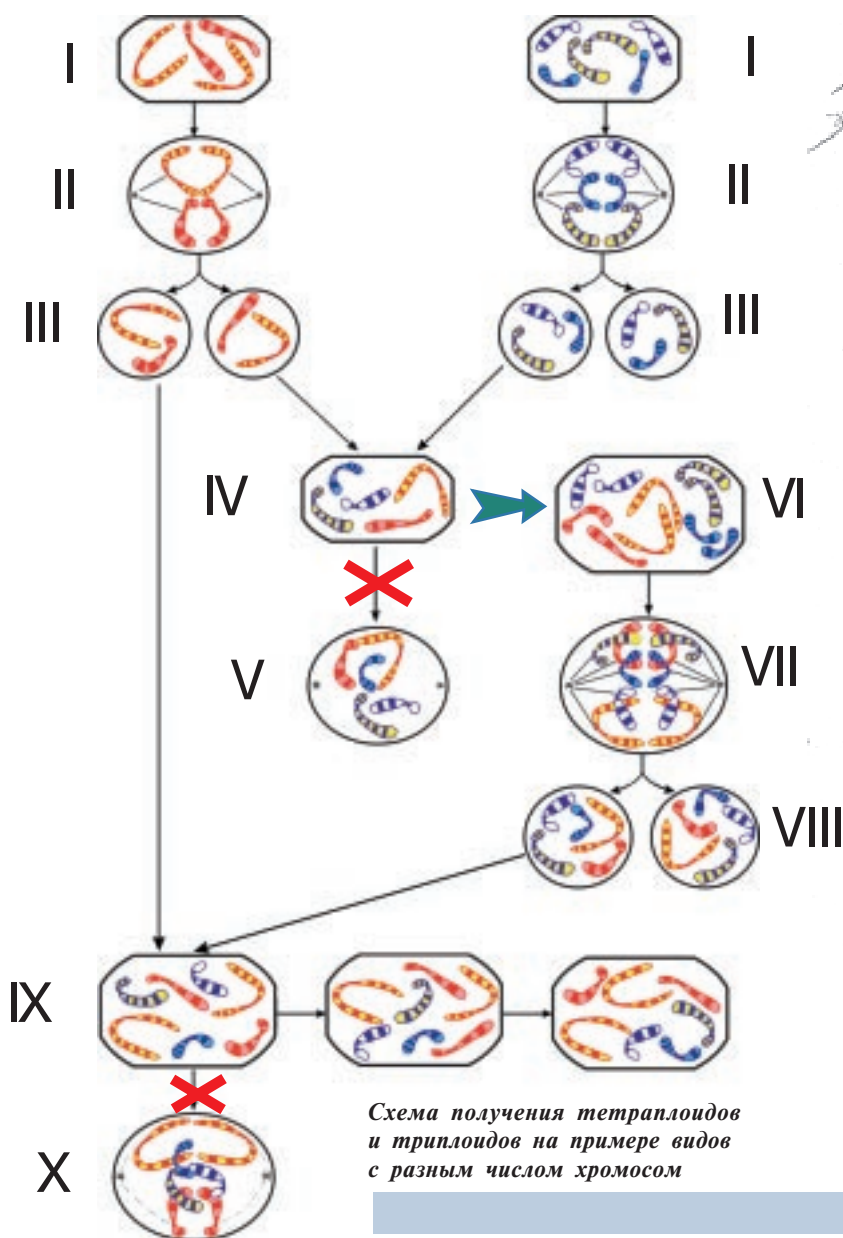
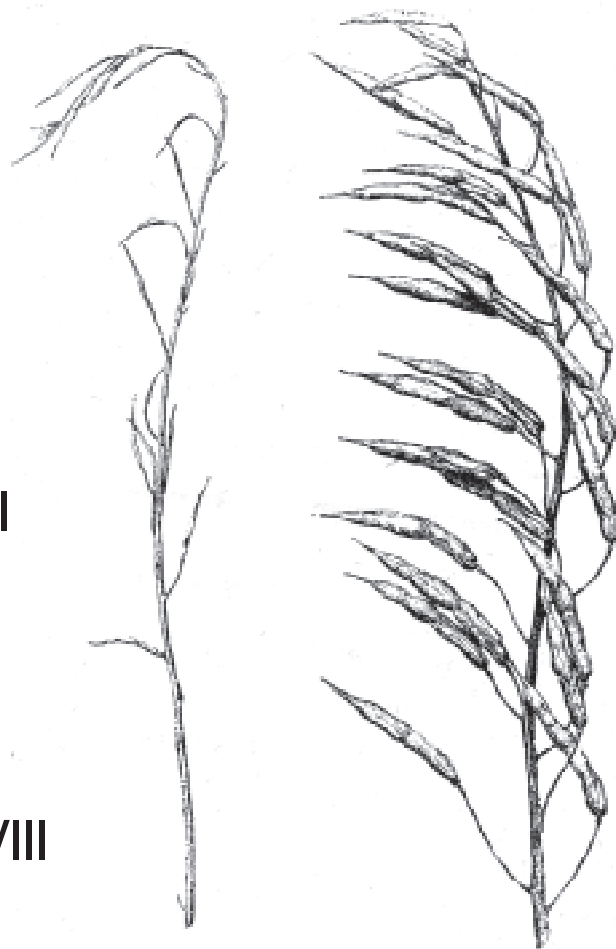


Схема получения тетраплоидов и триплоидов на примере видов с разным числом хромосом



Удвоив число хромосом, можно превратить бесплодный гибрид редьки и капусты в плодovitый. Ветки с плодами гибридов, геном которых содержит 18 (а) и 36 (б, рафанобрассика) хромосом. Рисунок из книги Г.Д. Карпеченко «Теория отдаленной гибридизации», 1935 г.



ИСТОРИЯ НАУКИ

- I — диплоидные клетки исходных видов
- II — нормальный мейоз у диплоидов (упрощенно)
- III — половые клетки диплоидов с гаплоидным набором хромосом
- IV — соматическая клетка межвидового гибрида
- V — невозможность мейоза у гибрида
- VI — клетка межвидового гибрида, в которой удвоилось число хромосом (тетраплоидная клетка)
- VII — нормальный мейоз у тетраплоида (упрощенно)
- VIII — половые клетки тетраплоида содержат такой же набор хромосом, что и соматическая клетка обычного межвидового гибрида
- IX — скрещивание тетраплоида с одним из родительских видов позволяет получить триплоидный организм, который иногда может размножаться партеногенетически
- X — невозможность нормального мейоза у триплоида

Тетраплоидные труженики

«Почти все доклады по теории гибридизации на последнем мировом конгрессе были поручены советским ученым», — писал Н.И. Вавилов в 1934 году. Великий генетик по праву гордился коллегами. За долгие годы, проведен-

ные в экспедициях, Вавилов и его сотрудники собрали невероятно огромную коллекцию семян, изучили особенности тысяч растений, но передать культурным собратьям многие уникальные свойства диких сородичей (прежде всего устойчивость к болезням) в ту пору не всегда удавалось. И вот, на-

конец, барьер нескрещиваемости пал.

Результаты не заставили себя долго ждать, и очень скоро появились новые хозяйственно ценные виды растений. В этот период на основе двух видов пшениц П.М. Жуковский создал еще один новый вид — *Triticum fungicidum*, грибобойную пшеницу. Свое название она получила за фантастическую по тем временам устойчивость к заболеваниям, в том числе к паразитическим грибам.

Но самым известным среди новых растений стал межродовой гибрид — гибрид пшеницы и ржи. Свое родовое имя, тритикале (*Triticale*), он получил от латинских названий родов предшественников — *Triticum* и *Secale*. Кропотливая работа генетиков и селекционеров позволила получить формы тритикале, которые сочетают в себе лучшие качества ржи и пшеницы. Ведь с хозяйственной точки зрения первые из полученных

*В 1991 году виду *Spartina anglica* исполнилось 100 лет. Из Англии, где возник этот тетраплоид, он проник на европейский материк, а затем и в Америку. Сегодня новый вид — важная составная часть прибрежных экосистем*



растений были еще очень несовершенны: плодовитость понижена, урожайность нестабильна. Ученым пришлось немало потрудиться, прежде чем сеять тритикале стало по-настоящему выгодно. Зато сейчас популярность растений нового рода постоянно растет: кое-где они теснят своих прародителей — рожь и пшеницу, под них отводят огромные посевные площади.

И дело не ограничилось только растениями. Многолетний труд Б.Л.Астаурова увенчался поразительным успехом: ему удалось создать искусственный полиплоид на основе двух видов шелковичных червей. При этом новый вид — *Bombyx allotetraploidus* — оказался достаточно плодовитым и практически полезным. В общем, успехи советской генетики довоенных лет способны поразить воображение даже современных, весьма искушенных генных инженеров.

Убедившись в жизнеспособности и высокой плодовитости рукотворных тетраплоидов, ученые стали относиться к ним с осторожностью — вдруг они попадут в природу и вытеснят природные виды? Именно поэтому современные генетики предпочитают создавать для хозяйственного использования полиплоидные формы с нечетным числом хромосомных наборов. Ведь триплоиды, которые получаются при слиянии одного диплоидного и одного гаплоидного набора родительских хромосом, обычно бесплодны — какой уж тут мейоз, если три генома нужно поделить ровно пополам?

«Генетики» древности

Впрочем, многих читателей, вероятно, уже так и подмывает спросить: а можно ли считать новыми видами растения и животных, появившихся в лабораториях? Они, конечно, отвечают основным критериям вида: имеют морфологические особенности, скрещиваются только с себе подобными, — но ведь, помимо прочего, истинный вид должен быть устойчив и стабилен. Разве не может статься, что опасения

ученых безосновательны и экспериментальные создания выродятся и исчезнут через несколько поколений сами собой? Или конструкции, полученные путем объединения различных геномов, окажутся несбалансированными и неустойчивыми?

Вопросы, конечно, правомерны, но ответ на них уже дала сама природа. Виды, полученные путем слияния двух и более одинаковых или разных геномов, успешно существуют тысячи лет. Люди, похоже, занимались генетической, а точнее, геномной инженерией, сами того не подозревая, еще до того, как они познакомились с Библией.

Так, например, советский генетик В.А.Рыбин, объединив геномы терна и алычи в одном растении, получил дерево, настолько похожее на культурную сливу, что сейчас происхождение сливы путем объединения наборов хромосом этих видов уже не вызывает сомнений. Болгарский генетик Д.Костов получил тем же методом растение, которое специалисты не смогли отличить от культурного табака.

Конечно, не всегда виды, воссозданные заново, полностью эквивалентны уже существующим, — но ведь и родные братья, сыновья одних родителей, порой заметно отличаются друг от друга.

Случай удвоения хромосом у хлопчатника, о котором речь шла выше, тоже, по-видимому, результат межвидовой гибридизации с последующим удвоением числа хромосом. Однако ясно, что в некоторых случаях удвоение хромосомных наборов может происходить и без всякой гибридизации, причем тетраплоиды от этого тоже не застрахованы. В природе встречаются виды, у которых шесть, а то и восемь наборов хромосом.

Список групп растений, представленных исключительно полиплоидами,

а также групп, среди которых полиплоиды занимают важное место, приводит П.М.Жуковский в книге «Культурные растения и их сородичи»: «К ним относятся твердые и мягкие пшеницы, сахарный тростник, картофель, батат, сорго, лучшие виды хлопчатника, банан, арахис, топинамбур, кунжут, оливковое дерево, лен, брюква, озимый рапс, горчица, домашняя слива, домашняя вишня, табак, махорка, ананас, триплоидная сахарная свекла, триплоидный арбуз, *Triticale*, полиплоидный красный клевер, полиплоидные сорта яблони, груши и пр.»

«По сути дела, синтез рафанобрасики был первым случаем конструирования нового генома, т.е. того, что в конце 70-х годов XX века стали называть генетической инженерией», — писал видный специалист в области теории эволюции Н.Н.Воронцов (см. «Химию и жизнь», 2001, № 9). Хотелось бы только добавить: сознательного конструирования, конструирования с пониманием механизмов. Ведь теперь стало очевидно, что первые генные, точнее, геномные инженеры работали уже тысячи лет назад.

Поэтому нельзя сказать, что диакон Даниил Сысоев абсолютно не прав: генетической инженерией и в самом деле начали заниматься еще древние. Нельзя согласиться лишь с утверждением, что они извращали природу. Природа сама активно занимается генетической инженерией. Да и те инструменты, которыми теперь успешно пользуется человек — колхицин, ферменты, разрезающие и сшивающие ДНК, — тоже создала природа.

Генетическая лаборатория природы

В конце XIX века на побережье Англии были обнаружены растения, поставившие в тупик ботаников. Оказалось, что

это тетраплоидные производные двух видов рода *Spartina*, причем один из видов-предшественников произрастал здесь издавна, а другой не так давно переселился из Америки. Буквально на глазах ученых новый вид всего за несколько лет расселился по острову, повсюду вытесняя родительский, а затем проник и во Францию. В бою за выживание новоиспеченное растение заслужило собственное видовое название — *Spartina anglica*.

Да и как же иначе? Ведь и многие вполне почтенные виды, получившие имена от самого Линнея или даже от Адама, ведут свое происхождение от двух предшественников, на которых они порой вовсе не похожи. Например, многим известен пикульник имеет, как оказалось, гибридное происхождение — его даже удалось воспроизвести искусственно. По современным данным, около половины всех видов цветковых растений — полиплоиды.

Есть подобные примеры и среди животных. Лососи, сиги, хариусы, некоторые виды осетровых, карп, караси — все они тетраплоиды. Эти замечательные рыбы любимы не только человеком. К ним благосклонен даже суровый естественный отбор. Полиплоиды выносливы — если они попадают в трудные обстоятельства, в трех, четырех или более хромосомных наборах этих созданий обычно находится такой ген, который можно слегка «подправить» мутацией, чтобы справиться с неблагоприятными условиями и выжить. А немутировавшие копии гена обеспечат нормальное функционирование организма при возврате в прежние условия. Не случайно полиплоиды так распространены в полярных и горных областях — все дело в том, что эти виды обладают высокой способностью к адаптации на генетическом уровне.

В некоторых группах рыб можно проследить возникновение тетраплоидов. Сначала между двумя видами возникают обычные гибриды. Мейоз у них подавлен — слишком уж различаются родительские наборы хромосом. Однако в отличие от самок млекопитающих самки рыб иногда могут производить не гаплоидные, а диплоидные половые клетки (икру), которые содержат уже всю необходимую информацию для развития организма. Из неоплодотворенной диплоидной икры гибридной самки развиваются иногда рыбки-дочки, неотличимые от матери. Это явление, которое носит название партеногенез, довольно обычно у рыб и является, по существу, тем самым клонирова-

нием, которое лишь недавно получено у млекопитающих.

Но для нас интересно другое: в случае партеногенетического размножения уже не важно, каким именно видам, одному или двум разным, исходно принадлежали два хромосомных набора, — главное, что икра диплоидная. Ведь гибридная самка, продуцирующая ее, может встретиться с самцами различных близких видов, которые, оплодотворив икру, могут внести в нее еще один геном, и тогда потомство пары будет триплоидным. Тетраплоиды могут возникнуть из триплоидов или же в результате оплодотворения диплоидной икры диплоидным сперматозоидом — такие половые клетки порой встречаются даже в сперме обычных диплоидных самцов. У некоторых тетраплоидов уже возможен нормальный мейоз — и вот перед нами безупречный по всем критериям новый вид.

Серебряный карась из наших прудов представлен как нормальной диплоидной формой (с самками и самцами), так и триплоидной (только самки). А мы-то удивлялись в детстве: почему среди серебряных карасей почти не бывает самцов? Оказывается, в обычном деревенском пруду можно наблюдать один из эпизодов удивительного процесса эволюции.

Ученые успешно воспроизвели этот процесс — сначала случайно. Полученный ими триплоидный гибрид карася и карпа оказался очень выносливым и быстрорастущим, да к тому же очень похожим на триплоидного серебряного карася. Поэтому весьма вероятно, что триплоидный серебряный карась несет два набора хромосом карася и один карпа.

Для высших позвоночных, включая млекопитающих, путь эволюции через полиплоидизацию почти закрыт — слишком сложны их геномы, слишком хорошо сбалансированы. Однако новейшие исследования чилийских ученых показали, что закрыт он все-таки не полностью: тетраплоидный вид обнаружился среди грызунов. Когда и как он возник, пока остается не совсем понятным, но сам факт можно считать доказанным. А кроме того, есть веские основания предполагать, что рыбообразные предки всех позвоночных (и наши, стало быть, тоже) претерпели в давние времена удвоение набора хромосом.

Не тетраплоидом единым

Конечно, виды возникают не только путем гибридизации, а сама гибридизация не обязательно ведет к воз-



ИСТОРИЯ НАУКИ

никновению новых видов. Так, если родительские виды не сильно отличаются друг от друга генетически, межвидовые гибриды, даже не прошедшие этапа полиплоидизации, могут оказаться плодовитыми и при этом не утратить способности скрещиваться с родительскими видами.

В этом случае гены могут «перетекать» от одного вида к другому, пополняя или наоборот загрязняя его генофонд. Выявить присутствие таких «чужеродных» факторов наследственности в геноме вполне под силу современной молекулярной генетике. С помощью ее методов удалось показать, например, что в геноме койота, знакомого нам по книгам и фильмам о Диком Западе, уже попали гены домашней собаки. А ведь койот и собака — не такие уж близкие родственники: они возникли на разных континентах, миллионы лет не соприкасались друг с другом.

Человек переместил множество животных и растений из одних уголков Земли в другие, и родственники, долгое время пребывавшие в изоляции, теперь все чаще встречаются и скрещиваются друг с другом, порождая плодовых гибридов. Так что теперь биологам приходится думать не только о проблемах выживания диких животных, но и о сохранении их генофонда. Люди стали осторожнее с рукотворными гибридами. Как уже упоминалось, все чаще вместо диплоидных и тетраплоидных гибридов на практике используются стерильные триплоиды. Разработаны методики выявления и стерилизации природных гибридов. Жестче становятся требования к мерам биологической безопасности при вселении в наши леса зверей и птиц из других регионов, стало не так-то просто получить разрешение на вселение в реки чужеродных рыб.

С трудом создав новые виды растений и животных, человек учится бережнее относиться к уже существующим.



Причины изоморфизма



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Кандидат
технических наук
Б.З.Кантор



Как отличать минералы друг от друга? Может, по внешнему виду, как грибы? Но внешние признаки изменчивы и к тому же нередко совпадают у разных минералов. Современная наука им не доверяет. Наука полагается на свойства фундаментальные и индивидуальные: химический состав и кристаллическую структуру.

Правда, кристаллические структуры реальных минералов и искусственных кристаллов всегда содержат дефекты и не совсем точно соответствуют идеальным (см. «Химия и жизнь», 1999, № 8), и состав минерала, как правило, отличается от стехиометрического. Часть посторонних частиц из той мешанины атомов и ионов, в которой рождается минерал, застревает в его кристаллической решетке, становясь химическими примесями и нарушая ближний порядок структуры.

Если примесный элемент замещает основной, захватив часть принадлежащих ему позиций в кристаллической структуре, но сама структура, а значит, и внешняя форма кристалла в целом остаются без изменений, то такая примесь называется изоморфной («равноформной»). Изоморфное замещение возможно, если примесный ион близок по величине к основному. Например, радиусы ионов Fe^{2+} и Mn^{2+} отличаются на 7–8%, и в минерале вольфрамите $(\text{Fe}, \text{Mn})\text{WO}_4$, главным промышленным источником вольфрама, доля марганца может составлять от 0 до 100 ат. %. В таких случаях говорят уже об изоморфных

Фото 1
Кристаллы калиево-аммиачно-алюминиево-хромовых квасцов (фирма «Crystal Art Co»)

Фото 1–5 — автора



Фото 2
Кристалл корунда, высота 2,5 см, окрашенный примесью хрома. Индия

смесях, а не о примесях. Если же ионы сильно различаются по величине, то изоморфное замещение невозможно, так как оно вызвало бы разрыхление и распад структуры. Запятая между символами Fe и Mn — специфика формул изоморфных смесей: она указывает на произвольность отношения между долями элементов.

Наглядное представление об изоморфизме дают опыты по выращиванию кристаллов. Из смеси растворов бесцветных алюминиевых и фиолетовых хромовых квасцов можно вырастить кристалл любой промежуточной окраски — достаточно подобрать нужную пропорцию растворов. Некоторые фирмы специально выращивают такие кристаллы для сувениров (фото 1). В кристалле смешанного состава $(\text{K}, \text{NH}_4)(\text{Al}, \text{Cr})(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ часть позиций в структуре, отведенных трехвалентным катионам, занята Al^{3+} , а другая часть — Cr^{3+} ; позиции одновалентных катионов заняты K^+ и $(\text{NH}_4)^+$. Как и исходные алюминиевые и хромовые квасцы, смешан-

ный кристалл имеет октаэдрическую форму.

В природе минералов смешанного состава гораздо больше, чем чистых. Например, природные гранаты делят по химическому составу на несколько видов:

$\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ — пироп,
 $\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ — альмандин,
 $\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ — спессартин,
 $\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$ — гроссуляр,
 $\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$ — андрадит,
 $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$ — уваровит.

Но практически все встречающиеся в природе гранаты представляют собой изоморфные смеси, и классификация оказывается условной. Так, гроссуляр и андрадит постоянно образуют смешанные кристаллы состава $\text{Ca}_3(\text{Al}, \text{Fe})_2[\text{SiO}_4]_3$. Уточненная количественным анализом формула конкретного образца может выглядеть, например, так: $\text{Ca}_3(\text{Al}_{1,4}\text{Fe}_{0,6})[\text{SiO}_4]_3$.

Некоторые элементы — индий, галлий, кадмий и другие — из-за рассеянности в земной коре не образуют или почти не образуют собственных руд. Зато они содер-

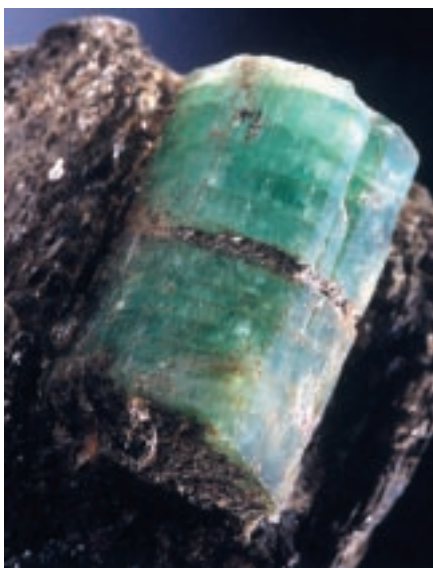


Фото 3
Кристалл берилла, длина 2 см,
окрашенный примесью хрома. Урал



Фото 4
Кристалл кальцита,
длина 6 см.
Вайбернаум-Трейд,
США



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

жаты как примеси в рудных минералах цинка, меди, свинца и других, откуда извлекаются попутно с этими металлами. Изоморфная примесь может придать минералу красивый цвет, превратив его в драгоценный камень. Небольшой примеси хрома обязаны своим цветом рубин (красный корунд Al_2O_3 , фото 2), изумруд (зеленый берилл $Be_3Al_2[Si_6O_{18}]$, фото 3), александрит (хризоберилл $BeAl_2O_4$) — зеленый днем и фиолетовый вечером.

Кристаллы смешанного состава в природе весьма распространены и по внешней форме обычно не распознаются на глаз. Но иногда смешанные кристаллы имеют весьма причудливую внешность. Это бывает, когда введение чуждых строительных элементов, не меняя кристаллической структуры в целом, требует корректировки «архитектурного плана».

Кристаллы кальцита, изображенные на фото 4 и 5, совсем не похожи друг на друга, хотя и огранены кристаллографически одинаково (здесь читателю придется поверить автору на слово). У одного (фото 4) нормальный, почти эталонный облик, потому что он имел стандартный состав $CaCO_3$ и свободно развивался во всех направлениях. Другой кристалл (фото 5) имел иной состав, но на его форме это сначала не сказывалось, так как он рос, заполняя трещину в горной породе и принимая ее форму. Однако, достигнув свободного пространства, он обрел в своей верхней части облик, резко отличающий его от первого кристалла. Причиной оказалась примесь марганца — в виде марганцевого минерала родохрозита $MnCO_3$. Структуры каль-

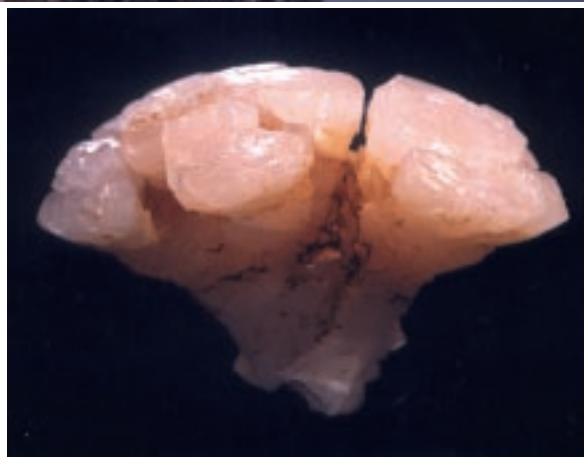


Фото 5
Кристалл марганцовистого кальцита
(Ca, Mn) CO_3 ,
ширина 12 см.
Дальнегорск,
Приморский край

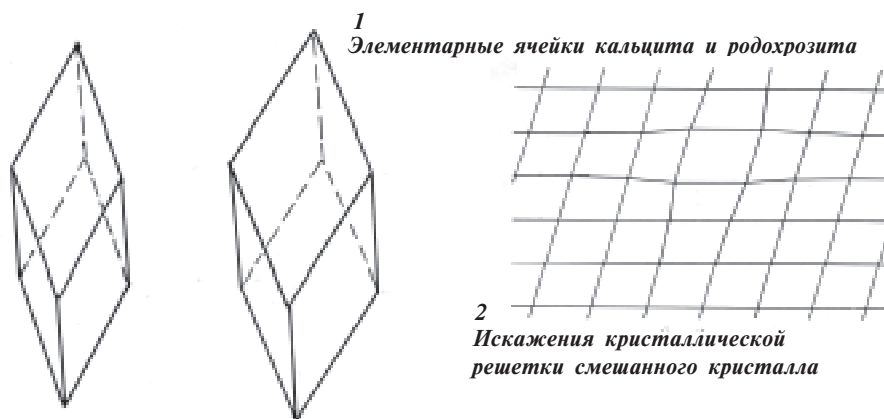
цита и родохрозита одинаковы, элементарные ячейки имеют форму ромбоэдров (рис. 1), но они более чем на 8% различаются линейными и почти на 4% угловыми размерами.

Чтобы сложить из разных кирпичей ровную стенку, их пришлось бы деформировать (рис. 2) и тратить на это энергию. Природа идет по другому пути — она минимизирует энергию кристалла, искажая его форму, образно говоря, складывает кривую стенку. При этом и получился кристалл, не похожий на «эталонный».

А однажды этот эффект привел к поистине фантастическому результату. На фото 6, 7 мы видим кри-

сталлы, свернутые в спирали; по химическому составу это — малахит. Вытянутая форма может возникнуть по разным причинам, например вследствие роста кристалла по дислокационному механизму (см. «Химию и жизнь», 2000, № 6) — вокруг винтовой дислокации (рис. 3). Но тонкие иголки и волокна обычного малахита, тоже вырастающие по дислокационному механизму, не закручиваются. Следовательно, причину следует искать в других особенностях данного минерала.

От обычного, всем известного ярко-зеленого малахита эти кристаллы-завитки отличаются голубоватой и довольно бледной окрас-



1
Элементарные ячейки кальцита и родохрозита

2
Искажения кристаллической
решетки смешанного кристалла

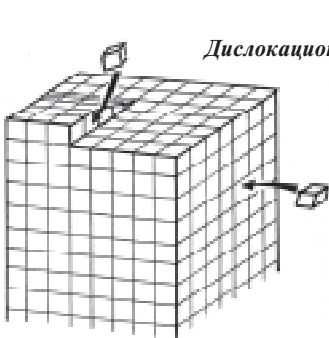


Фото 6
Спиральный
кристалл
малахита.
Тироль,
Австрия



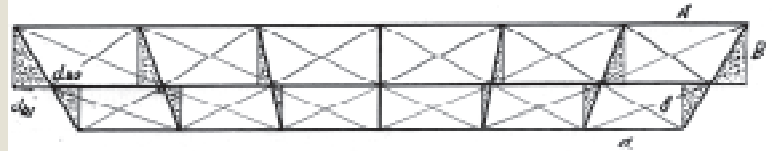
Фото 7
Малахитовая
пружина.
Тироль,
Австрия

Фото 6, 7 — Р. Боде.
С разрешения журнала «Mineralien Welt»

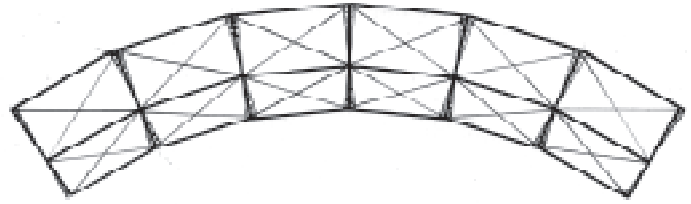


3
Дислокационный рост
кристалла

кой. Такой цвет выдает присутствие в малахите изоморфной примеси цинка. Действительно, спиральные кристаллы, как оказалось, содержат 2,7% цинка. Для малахита, минерала, как правило, относительно чистого, это много — вдвое больше, чем в зеленом малахите из того же месторождения. Итак, мы имеем дело со смешанными кристаллами. Состав их следует выразить формулой $(\text{Cu}, \text{Zn})_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$, а не формулой чистого малахита $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{OH})_2$.



4
Фрагмент структуры смешанного кристалла



Сказанное в тексте может быть подтверждено расчетом. Степень деформации и количество свободной энергии определяются суммой площадей заштрихованных деформированных участков (рис. 4).

Площадь i -й по счету (от середины) деформированной области в первом варианте равна

$$S_i = \frac{Bd_{i1}}{2} + \frac{bd_{i2}}{2},$$

где d_{i1} и d_{i2} — сдвиги границ больших и малых строительных элементов вдоль их общей границы.

Как «медные», так и «цинковые» строительные элементы имеют достаточно сложную форму. Но для наглядности мы упростили картину: представим структуру смешанного кристалла двумерной, сочетающей «цинковые» и «медные» прямоугольные строительные элементы — большие, размером $A \cdot B$, и меньшие, размером $a \cdot b$. Представим себе фрагмент структуры, в котором элементы $A \cdot B$ и $a \cdot b$ расположены в отдельных смежных слоях (рис. 4, а). Сочетание элементов разных размеров в одной структуре приводит к деформированию прямоугольников в косые трапеции. Форма элементов, подвергшихся искажениям, отмечена перекрестиями диагоналей. Заштрихованные участки деформаций соответствуют свободной энергии: чем больше общая площадь этих участков, тем больше свободная энергия данного фрагмента.

Поскольку деформация носит упругий характер, обусловленный силами химических связей, описанный фрагмент, будучи предоставлен самому себе, станет изгибаться по дуге (рис. 4, б), пока не достигнет минимума суммы деформаций, возможного при данных строительных элементах. При этом в каждом слое

строительные элементы примут форму одинаковых равнобедренных трапеций, максимально приближенную к прямоугольникам. Площадь заштрихованных участков уменьшится, структура придет в равновесное состояние.

Поэтому при росте кристалла с изоморфной примесью концентрация более крупных строительных элементов кристаллической структуры в отдельных слоях и вызываемое этим скручивание термодинамически оправданы — они вызывают уменьшение свободной энергии кристалла. И еще одна деталь: рост такого кристалла должен сопровождаться разделением его на продольные волокна вследствие появления сдвиговых напряжений между пакетами слоев. Эти волокна и видны на снимках малахитовых спиралей.

Природные смешанные кристаллы обычно неотличимы по форме от «чистых». Округлые формы, возникновение которых связано с изоморфизмом, — своего рода экзотика, результат действия универсальных физических законов и случайного, редкого сочетания химических условий — концентрации определенной примеси.

Поскольку в условиях изоморфизма эти элементы ненамного различаются размерами, можно принять

$$d_{i1} \approx d_{i2} = \frac{i(A-a)}{2},$$

и тогда

$$S_i = \frac{i}{4}(B+b)(A-a),$$

а общая площадь n деформированных областей

$$S_{\text{общ}}' = \frac{n}{4}(B+b)(A-a) \cdot \sum_{k=1}^n i = \frac{1}{8}n(n+1)(D-b)(A-a)$$

В дугообразной конструкции все заштрихованные площади равны, а общая площадь n деформированных областей составляет

$$S_{\text{общ}}' = \frac{n}{4}(B+b)(A-a).$$

Отношение площадей, выражающих степень деформированности структуры, составляет

$$\frac{S_{\text{общ}}}{S_{\text{общ}}'} = \frac{n+1}{2},$$

то есть $S_{\text{общ}}'$ всегда меньше $S_{\text{общ}}$, что и требовалось доказать.

Химик находит выход

«Грандиозный эксперимент с канистрой, или Как обезвредить бомбу и перестать беспокоиться» — так назвал (очевидна ассоциация с книгой Д.Карнеги) свою заметку П.Э.Спарго из Кейптаунского университета (ЮАР). Она была опубликована в «Журнале химического образования», который издает Американское химическое общество. Автор заметки пишет, что одна из задач Центра научного образования Кейптаунского университета — помогать местным школам избавляться от старых химикатов. Оказывается, это занятие может быть связано с серьезной опасностью и подчас требует вмешательства профессиональных саперов. Мы рассказывали о подобной ситуации в статье «Джинн в пробирке» (1987, №10). В случае, о котором мы сейчас расскажем, мог произойти не только взрыв, но и отравление.

Сотрудники Центра получили для утилизации половину заполненную алю-

миниевую канистру с жидким сернистым газом. Как следовало из этикетки, она содержала первоначально 500 г вещества. Металлическая завинчивающаяся крышка сильно проржавела и «примерзла» к канистре намертво. По сути дела, это была бомба — при атмосферном давлении SO_2 кипит при -10°C , а при 32°C давление достигает 5 атм. Между тем Кейптаун находится примерно на широте Кабула, только в Южном полушарии.

Начали думать, что можно предпринять. Предложения были самые интересные. Например, поставить канистру среди футбольного поля и метким выстрелом пробить в ней дыру. Но предельно допустимая концентрация SO_2 в атмосферном воздухе — $0,5 \text{ мг/м}^3$, и содержимое канистры отравило бы около миллиона кубометров воздуха. Отправить на предприятие, где специалисты могли бы обезвредить канистру? Но это довольно дорого.



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

И тут кейптаунский химик вспомнил, что сернистый газ хорошо растворяется в воде (115 г в литре воды при 20°C), создавая кислую среду в результате образования сернистой кислоты. В Кейптауне вода в местных бассейнах для дезинфекции обрабатывается гипохлоритом кальция. Чтобы вещество было активным, надо поддерживать в воде достаточно низкий уровень pH, для чего воду в бассейнах периодически подкисляют. Химик принес канистру домой, надел плавки и маску и, держа в одной руке канистру, а в другой — тяжелый гаечный ключ, погрузился в домашний бассейн. Работая под водой, он безуспешно пытался отвернуть пробку.

Кроме того, канистра вырвалась из рук — пустого места в ней было достаточно, чтобы она плавала. Но возникла новая идея. Сернистый газ замерзает при температуре ниже $-75,5^\circ\text{C}$. Почему бы не заморозить канистру (для этого можно использовать жидкий азот), продырявить ее и бросить в воду — тогда SO_2 , нагреваясь и испаряясь, будет постепенно растворяться в воде бассейна. Чтобы снизить расход жидкого азота, Спарго поставил канистру в домашний морозильник, температура в котором была около -20°C .

На следующий день автор принес из университета сосуд Дьюара с двумя литрами жидкого азота. Этого количества оказалось достаточно, чтобы за 5 минут содержимое контейнера затвердело. Сделав глубокий вдох, отважный химик пробил в канистре дыру. Законы физической химии не подвели: ни миллиграмма ядовитого газа из нее не

вышло. Действительно, уже при температуре плавления давление паров SO_2 снижается в 80 раз по сравнению с атмосферным, а при -100°C оно менее 1 мм рт.ст.

Осталось привязать к канистре кирпич и бросить ее в бассейн. Кирпич лег на дно, а канистра повисла между дном и поверхностью воды. Вскоре ее содержимое разогрелось, и из отверстия начали выделяться пузырьки газа. Поднимаясь, они успевали растворяться, пройдя всего четверть метра, и потому не достигали поверхности. Через 10 минут весь сернистый газ оказался растворенным в воде; никаких следов его запаха в воздухе не чувствовалось, а на pH-индикаторе надпись «Добавить кислоту» сменилась на «Нормально». Так химик справился с задачей, не потратив ни рэнда и не подвергнув опасности окружающую среду.

Вычислим концентрацию сернистой кислоты в воде. Домашние бассейны обычно невелики. Пусть его площадь составляет 25 м^2 , а глубина 2 м , тогда объем воды равен 50 м^3 . Если в канистре было 320 г SO_2 (5 моль), то концентрация его в дистиллированной воде составила бы всего 10^{-4} моль/л . Сернистая кислота относится к кислотам средней силы. При таком разбавлении ее диссоциация по первой ступени ($K_1 = 0,014$) проходит практически полностью. Поэтому концентрация ионов водорода в растворе будет составлять 10^{-4} моль/л , а $\text{pH} = 4$. К такому же результату приводит и более точный расчет.

И.Леенсон



75 лет назад в Казани

Доктор химических наук
Р.И.Жданов,
А.Р.Жданов

В сентябре 2003 года в Казани состоялся XX Менделеевский съезд, на который по традиции собираются лучшие химики страны. История же съездов началась почти сто лет назад: первый из них прошел в 1907 году в столице Российской империи – Санкт-Петербурге. Мероприятию было присвоено имя великого русского химика Д.И.Менделеева, который умер за год до того. А еще годом ранее Д.И.Менделеев едва не получил Нобелевскую премию по химии за свои Периодический закон и Периодическую систему элементов. Он тогда проиграл лишь один голос французскому химику Анри Муассану, который выделил в индивидуальном состоянии один из самых активных элементов — фтор. Первый после революции 1917 года V Менделеевский съезд состоялся в Казани в 1928 году, то есть за 75 лет до нынешнего, XX съезда. В нем приняли участие многие выдающиеся русские химики того времени. Заседания съезда проходили в Казанском университете, а для его открытия и банкета был предоставлен Большой зал Дворянского собрания (впоследствии

Дом офицеров, теперь муниципалитет Казани).

Чтобы яснее представить себе время и обстановку, в которой проходил съезд, попробуем перенестись в те годы. В этом поможет рассказ одного из самых уважаемых и выдающихся российских химиков, члена-корреспондента АН СССР и РАН профессора Игоря Владимировича Торгова, который родился в Казани. Пожалуй, он — единственный из ныне живущих авторов именных реакций: реакция Торгова предоставляет прямой путь к синтезу циклопентафенантронового скелета стероидных гормонов из более простых химических соединений. Игорь Владимирович с матерью вернулись в Казань в июле 1923 года из Сибири, где провели военные годы. В РСФСР только что объявили нэп, доказарменный социализм еще не достиг своего апогея, и свирепствовала инфляция: товары стоили сотни миллионов, а иногда даже и миллиарды рублей. К 1928 году ситуация изменилась: рубль стал одной из самых крепких валют мира. Казань уже стряхнула с себя следы революции и Гражданской войны, но, по сути,

оставалась в дореволюционном виде почти до 1940-х годов. Это означает, что не было еще районов новостроек за рекой Казанкой и за Арским полем, не было мощных авиационных и других заводов и жилых кварталов вокруг них. Волга текла в старом русле, и стояли кварталы старой Казани. В общем, город был совсем маленький по сравнению с современным миллионным мегаполисом. Главный вид транспорта — извозчики. Так как в основном это были татары, их звали «барабыз». Зимой от улицы Проломной в самом центре города до Арского поля извозчики довозили за 15 минут, и стоило это 10–15 копеек.

А теперь посмотрим, кто из великих русских химиков того времени участвовал в работе съезда. Знакомые и незнакомые лица удастся разглядеть на старинных фотографиях, которые достались нам из архива академика Александра Ерминингельдовича Арбузова. Дело в том, что один из нас, будучи студентом-дипломником химического факультета Казанского государственного университета, часто бывал в кабинете своего старшего друга Николая Павловича Греч-



ИСТОРИЯ НАУКИ

реакция, носит его имя. Следующий — академик А.Н.Реформатский, также как и его брат, ученик А. М. Бутлерова, основатель школы химиков-органиков в Харькове. Последний справа — казанский химик-аналитик, профессор А.М.Васильев.

На фото 2 — не менее блестящее соцветие имен. По-видимому, это прощальное фото съезда, сделанное во дворе здания бывшего Казанского дворянского собрания. В первом ряду слева направо: академик И.А.Каблуков, который занимался главным образом электрохимией неводных растворов и немало сделал для сближения химической и физической теории растворов, снова академики А.Е.Фаворский и Н.А.Курнаков, академик В.С.Гулевич — один из первых биохимиков в России, выделивший из мышечных тканей пептид карнозин, а также академик В.Я.Тищенко. Второй ряд: академик Д.Н.Прянишников, автор классической теории азотного питания растений и создатель научных основ фосфоритования почв, профессор А.М. Васильев, сын А.М. Бутлерова, профессор Бевад, профессор А.Е.Арбузов. Третий ряд: профессор Луньяк, академик П.П.Шорыгин-старший, исследовавший целлюлозу, углеводы и металлоорганические соединения, а также немало сделавший для производства искусственных волокон и душистых веществ. Реакция Шорыгина — замещение водородного атома на натрий или калий в углеводородах. Второй справа в этом ряду академик А.Н.Реформатский, а рядом с ним — академик Н.Н.Ворожцов.

На этих фотографиях могли быть также академик Н.Д.Зелинский (по какой-то причине отсутствовал на съезде) и академик В.И.Вернадский (возможно, читал в это время лекции в Сорбонне). На этих фото нет родившихся в Казани академиков Н.С.Наметкина и Б.А.Арбузова, а также члена-корреспондента РАН И.В.Торгова, видимо, из-за его молодости в ту пору.



кина, кандидата химических наук и заведующего лабораторией фосфорорганических соединений Института органической и физической химии АН СССР в Казани. В этот кабинет заходил и директор ИОФХ АН СССР академик Борис Александрович Арбузов. Как-то раз он принес коробку старинных фотоматериалов, в которой оказались стеклянные фотопластинки размером 18 × 24 см, профессионально отснятые на какой-то конференции. На наш вопрос Борис Александрович сказал, что это негативы из архива Александра Ерминингельдовича и отсняты они на V Менделеевском съезде в Казани в 1928 году. Он разрешил любопытному студенту изготовить отпечатки, тем более что это было нетрудно: в темноте наложить «стекла» на листы фотобумаги, включить на несколько секунд свет и затем проявить их в проявителе Чибисова. Фотографии получились неплохие, а фотопластинки были возвращены владельцу, разбиравшему архив отца. Вот две из этих фотографий.

На фото 1 — цвет русской химии того времени в Бутлеровской аудитории здания старой химической лаборатории Казанского университета, где студенты химфака и сегодня слушают лекции и спецкурсы. Это здание по праву называют колыбелью русской химии, сейчас в нем располагаются НИИ химии им. А.М.Бутлерова и Музей истории химии КГУ. К сожалению, не всех химиков на фотографии удалось узнать. На первой скамье второй слева — выдающийся металлоорганик, ученик великого А.М.Бутлерова академик С.Н.Реформатский. Он создал свою школу химиков-органиков в Киеве, а в 1887 году открыл названную его именем

реакцию синтеза оксикислот из альдегидов под действием цинка. Третий слева — один из основателей химии ацетиленовых соединений академик А.Е.Фаворский. Свою именную реакцию получения ацетиленовых спиртов конденсацией ацетиленовых углеводородов он открыл в 1905 году. Первый справа — академик Н.А.Курнаков, исследования которого в области металлографии и термографии положили начало новому разделу химии — физико-химическому анализу. Именно в его честь точки перегибов на кривых охлаждения упорядочивающихся сплавов названы точками Курнакова.

На второй скамье: первый слева профессор Бевад (авторам он не известен), академик В.Я.Тищенко, который активно развивал лесохимию в нашей стране. Его именем названы склянки для промывания и осушки газов. Далее академик Н.Н.Ворожцов-старший, один из организаторов отечественной анилинокрасочной промышленности, а также создатель бессербряной дневной фотобумаги, а рядом с ним — один из основоположников химии фосфорорганических соединений профессор А.Е.Арбузов (впоследствии академик и долгое время глава Казанской школы химиков). Перегруппировка Арбузова — каталитическая изомеризация средних эфиров фосфористой кислоты — стала универсальным методом синтеза фосфорорганических соединений. На третьей скамье — академик А.Е.Чичибалин, знаменитый своими работами по химии гетероциклических азотсодержащих соединений, прежде всего пиридина. В 1906 году он открыл реакцию циклоконденсации альдегидов с аммиаком, а в 1907 году — «бирадикальный углеводород», который, как и



В 2001 году не стало Бориса Михайловича Медникова — блестящего ученого, чей вклад в биологическую науку не оценим. И не только в биологическую — вот в чем дело.

Он принадлежал к очень редкой породе ученых, ученых-синтезаторов. Которые могут видеть не только, так сказать, изнутри, но и сверху. Для которых только лишь собственного профессионального знания (в данном случае — молекулярной биологии и эволюционной генетики) мало для того, чтобы понять суть общих явлений. И вот это последнее очень важно: частное (несомненно, высокопрофессиональное) — только повод для того, чтобы осмыслить общее. Поэтому в сферу интересов Медникова и дальнейшего глубокого научного анализа входило, казалось бы, несовместимое: генетика и лингвистика, эволюция биологическая и эволюция культурная. В общем, социогенез, его скрытые, но закономерные механизмы.

Но и это не все. Борис Михайлович прекрасно писал и прекрасно рассказывал, в частности во время докладов и лекций. А это среди господ ученых, и, кстати, достойных ученых, поверьте, тоже редкость. Вот потому в «Химии и жизни» его так любили. Каждая статья Медникова (которую и редактировать-то не нужно!) была как подарок. Глубоко, точно и, что особо приятно, с иронией и юмором. Вспомним хотя бы его «Парадокс миллиона обезьян» (1993, № 6) или «Введение в вурдалакологию» (1995, № 7).

Гены есть гены, тем более такие счастливые гены. Не потому ли дочь Бориса Михайловича Мария Борисовна — теперь, несмотря на научную молодость, уже тоже доктор наук? И тоже, сейчас впервые (см. ниже), публикуется в «Химии и жизни». И прекрасно, что ее дебют у нас — воспоминания об отце. Преемственность!

И последнее. Мы размышляли о том, как лучше напомнить нашим читателям о Б.М.Медникове. Были варианты (несколько его малоизвестных и вовсе не опубликованных статей последнего времени), но избрали мы, учитывая фигуру автора, вариант парадоксальный: перепечатать его «Введение в вурдалакологию». Чтобы еще раз напомнить нашим читателям о силе ума, знаниях и юморе Бориса Михайловича.

Светлая память, воистину.

Доктор исторических наук
М.Б.Медникова



Б.М.Медников:

«В принципе меня можно назвать счастливым»

Эта моя первая попытка написать о папе — поэтому дается она мне с трудом. Вероятно, дело в том, что мой папа был человеком необычным — ярким, очень талантливым, энциклопедически образованным, а о таких людях писать всегда непросто. Тем более когда человек, о ком пишешь, — твой любимый отец... Наверное, объективная оценка того, что он успел сделать в своей жизни, внезапно оборвавшейся в 69 лет от болезни, которой никто не ожидал, еще предстоит.

В сентябре 2002 года Борису Михайловичу Медникову исполнилось бы семьдесят лет. Скорее всего, в молекулярном корпусе МГУ, где папа проработал почти сорок лет, отмечали бы этот юбилей. Речи, поздравления, оценка деятельности... Ничего этого не произошло. И может быть, не случай-

но. Папа был человеком скромным, хотя отлично знал себе цену.

Б.М.Медников родился в 1932 году, в небольшом поселке на Урале, в семье учителей. И уже в раннем детстве проявился его интерес к биологии. «В то время, — писал папа много лет спустя, отвечая на анкету выпускников МГУ, — существовал садистский обычай вливать несчастным детям рыбий жир. Перед этой экзекуцией я забивался под кровать и не хотел вылезать, пока мне не обещали сводить в школьный биологический кабинет (мы жили при школе) и показать живую гадюку в банке. Похоже, тогда я сделал свой выбор». Очень рано стало ясно, что у мальчика феноменальные способности — в частности, память. Он с невероятной скоростью пролистывал толстые тома и запомнил прочитанное на десятилетия.

В 1950 году Б.М.Медников приехал в Москву и поступил на биолого-почвенный факультет МГУ. «Нашему курсу повезло: мы еще застали в живых старую профессуру (Зенкевич, Матвеев, Курсанов, Кречетович и т.д.). Но в памяти у меня больше других остался Яков Авадьевич Бирштейн — на мой взгляд, образец биолога, преподавателя и просто человека».

С самого начала папа хотел стать генетиком. Увы, тогда это было невозможно. «Перед университетом я изучал генетику по учебнику Синнота и Денна, а потом с удивлением узнал, что все, что я учил, — ложно и реакционно. Осталось заняться классической зоологией и ботаникой, которую в МГУ почти не затронул лысенковский погром. Поразмыслив, пошел на кафедру зоологии беспозвоночных (под действием лекций Л.А.Зенкевича) и решил

стать морским биологом». После студенческих работ на Белом, Баренцевом и Беринговом морях распределение на Камчатку выглядело вполне логичным. Три года Борис Михайлович проработал младшим научным сотрудником Камчатского отделения ТИПРО (Тихоокеанского института рыболовства и океанографии), проведя в море не менее 24 месяцев.

Телеграмма Я.А.Бирштейна с вызовом в аспирантуру застала в море у острова Беринга. Так папа вернулся в Москву. Это 1958 год. Дальше — учеба в аспирантуре, защита диссертации, работа экспертом советско-японской рыболовной комиссии, преподавание на кафедре зоологии беспозвоночных биофака МГУ. И тут — вызов судьбы: В 1965 году, будучи вполне преуспевающим доцентом МГУ, Б.М.Медников резко изменил свою жизнь — оставил зоологию и посвятил себя новому, только зарождавшемуся у нас направлению биологии.

«В это время я увлекся влиянием температуры на скорость развития животных. В конце концов мне стало ясно, что определяет эту скорость синтез белка на рибосомах. Все меня постепенно направляло в молекулярную биологию, даже если бы я этого не хотел. К тому же в 1963 году я прочитал книгу С.Е.Бреслера «Введение в молекулярную биологию» (на Белом море, белыми ночами) и понял, что это то, что мне нужно.

К тому времени мне уже надоела преподавательская работа (на меня возложили ведение малых практикумов): в каждой группе на неделе проходил аскарид, через неделю — дождевого червя и т.д. По моим расчетам, через 30 аскарид я должен был уходить на пенсию. Именно тогда я обнаружил зависимость между температурной характеристикой скорости развития у рыб и насекомых и нуклеотидным составом их рибосомной РНК. Я.А.Бирштейн свел меня с А.Н.Белозерским, и по вечерам я стал работать на тогдашней кафедре биохимии растений. Я разгонял РНК на электрофореze в 10 000 вольт. Работа А.Н.Белозерскому понравилась, и он предложил мне место старшего научного сотрудника во вновь создаваемой межфакультетской лаборатории биоорганической химии. Теперь это — Институт физико-химической биологии им. А.Н.Белозерского». Именно в этом институте Медников проработал всю оставшуюся жизнь, в последние годы руководя лабораторией молекулярных механизмов видообразования.

Он очень любил путешествия и гордился тем, что, будучи молекулярным биологом (то есть сиднем), ухитрился побывать с научными рейсами в Авст-

ралии, на Коралловых островах, в Антарктике, потом несколько раз на Памире, Тянь-Шане, в Кушке. В этих поездках он собирал самую разную информацию о животном и растительном мире, делал наблюдения о быте и традициях местного населения. Впрочем, его интересовала не только одна информация. Вот одно из самых ранних воспоминаний моей жизни: варан, грозно шипевший в картонной коробке на нашей кухне.

Уже в конце 1990-х годов, отвечая на вопросы анкеты выпускников биофака 1955 года, Б.М.Медников писал: «В науке у меня вклады разнообразны, хотя и вряд ли основные. Я занимался гидробиологией дальневосточных морей, определением продукции планктона, ихтиологией и физиологией (влиянием температуры на скорость развития), от нее даже влез в физику твердого тела (рибосомы как полупроводники) и, наконец, занялся молекулярной биологией и генетикой... приобрел известную популярность как автор научно-популярных книг («Дарвинизм XX века», 1971; «Аксиомы биологии», 1982; «Власть над геномом», 1989, совместно с А.А.Богдановым; комментарий к «Происхождению видов» Ч.Дарвина, 1986, совместно с А.В.Яблоковым, и другие публикации. — М.М.)... Интерес к проблемам эволюции у меня был все время, в том числе и после смерти А.Н.Белозерского; когда меня перестали поддерживать в изучении РНК, я переключился на эволюцию ДНК. В 1978 году защитил докторскую диссертацию по специальности «генетика» на тему «Эволюция генома». Так, в конце концов, я стал генетиком обходным путем. Дело, однако, этим не кончилось. Занявшись эволюцией второящейся ДНК, я пришел к выводу, что ретровирусы, в том числе ВИЧ, — одичавшие человеческие повторы. Заинтересовавшись ими, я стал разрабатывать методы количественной генной диагностики СПИДа и его лечения новыми препаратами. Потом переключился на гепатиты... Работаю над ДНК рыб, млекопитающих, включая человека... Любопытно, что, меняя тематику, я не испытываю особого стресса, ведь в конечном счете я все время занимался и сейчас занимаюсь биологией».

Исследования по общей биологии и теории эволюции по праву дают считать Б.М.Медникова одним из основателей московской школы геносистематики. Он создал систему аксиом биологии и плодотворно разрабатывал проблемы микроэволюции и видообразования на молекулярном уровне. Другое направление общей биологии, где его вклад более чем значим, связано с обоснованием закона гомоло-



ПОРТРЕТЫ

гических рядов наследственной изменчивости, сформулированного Н.И.Вавиловым.

Однако научные интересы Бориса Михайловича отнюдь не исчерпывались биологией. «Новые идеи рождаются на стыке наук — то есть в головах людей, получивших информацию по меньшей мере из двух источников». Интуитивно почувствовав, какие возможности таят в себе междисциплинарные исследования, он еще в середине 70-х годов начал поиск параллелей между эволюционной генетикой и сравнительным языкознанием. Генетика и лингвистика... Кто бы мог подумать, что исследования на стыке таких, казалось бы, далеко не близких наук приведут к интереснейшим результатам?

Этот поиск аналогов между эволюцией биологической и культурной требовал виртуозного владения данными структурной лингвистики, фольклористики, религиоведения, психологии, социальной и физической антропологии, общей биологии и, конечно, генетики. Из современных биологов он, Б.М.Медников, — пожалуй, единственный, кто был способен оперировать подобной информацией (уточню: не просто владеть массивами разрозненных данных, а именно оперировать ими, синтезировать, обобщать). Он прекрасно сознавал, что пока лишь стимулирует дальнейшие исследования в этом направлении — направлении синтеза биологии и культуры в ходе эволюции человека. Да, пока лишь стимулирует. Но это уже немало, и потому его задача может считаться выполненной.

Оглядываясь назад, я понимаю, что папа постоянно опережал свое время. Многие высказанные им идеи пробились с трудом, другие еще только ждут своего воплощения. И тем не менее, подводя итоги своей деятельности, Борис Михайлович Медников смог написать: «В принципе меня можно назвать счастливым — всю жизнь я занимался только тем, что меня в данный момент интересовало».

Введение в вурдалакологию

Вурдалакология — наука о происхождении, эволюции, образе жизни и географическом распространении вурдалаков (син. — вампиров, упырей).

Краткий мистический словарь

Тринадцать лет назад свою книгу «Аксиомы биологии» я завершил такой сентенцией: «Геносистематика, теория эволюции геномов и так далее в конце концов окажутся лишь частью общей теории эволюции последовательно реплицирующих систем... Под эту категорию подпадают не только объекты биологической эволюции, но и, например, человеческие языки, обычаи, обряды, мифы (включая религии), сказки и многое другое. Когда-нибудь я напишу и об этом».

Признаюсь, что покривил душой: еще раньше, в 1976 году, я писал о параллелях между эволюционной генетикой и сравнительным языкознанием (Б.М.Медников. Геном и язык. Бюллетень МОИП, отд. биол., т. 81 (4), с. 134–147). Тогда я впервые обратил внимание, что генетические программы организмов и языки, на которых говорит человечество, эволюционируют по одинаковым законам. Сходные положения выдвинул Р.Докинз в книге «Эгоистичный ген» (1976, русское издание 1993).

Суть идеи в следующем. Подобно тому как сменяются поколения родителей и детей, передавая друг другу наследственные свойства, закодированные в ДНК, сменяются и поколения учителей и учеников. При этом по каналу лингвистической информации передаются знания: сведения о том, как выжить, обряды, обычаи, технологии и религии, философские системы и производственные отношения. Элементарные единицы информации в этом канале Докинз очень удачно назвал мемами (memes). Это — аналоги генов в канале генетической информации*.

Насколько далеко идут аналогии в строении и эволюции обоих каналов, судить трудно. Пока я не усматриваю тут каких-то границ. Фактически любой феномен, обнаруженный в одном канале, может быть обнаружен в другом. Возникает вопрос: зачем это нужно?

Уже на протяжении многих лет палеонтологи уверенно и с высокой степенью достоверности реконструируют облик существ, обитавших на нашей планете в давние времена. Молекулярные генетики по нуклеотидным последовательностям ныне существующих генов восстанавливают строение гена-предка. К этому процессу присоединились и лингвисты, восстанавливающие праязык, на котором говорили наши предки в эпоху палеолита.

*С подобными взглядами «Химия и жизнь» знакомила читателей в № 5 за 1995 год (Прим. ред.).



Не знаю, как других, а меня порой посещает странное ностальгическое чувство: о чем говорили на этом праязыке бесконечно удаленные от нас предки? Чего они боялись, во что верили, что считали достойным уважения или презрения? Или же духовная жизнь наших прапрапращуров навсегда канула в Лету? Вряд ли это так. Кое-что мы, конечно, утратили безвозвратно. Но многие фольклористы и этнографы (например, Дж.Фрейзер, В.Я.Пропп) полагали, что, анализируя сказки, мифы и предания разных народов, можно выявить их изначальные прототипы и установить время их возникновения. Попытался сделать это и я, используя, в общем, те же принципы, по которым реконструируют нуклеотидную последовательность предкового гена.

И в результате удалось восстановить странное, суровое, подчас жестокое, но по-своему логичное мировоззрение людей сильных и смелых, однако скованных цепями обычаев. Корни этого мировоззрения уходят в незапамятные времена, вплоть до примитивного стада обезьян, а многие его ветви, хотя и в сильно трансформированном виде, дошли до наших дней.

Пока я поделился с читателями только одним своим опытом по эволюции мема — сказочным сюжетом «Ведьма и солнцева сестра», включенным под № 93 в сборник

Доктор биологических наук
Б.М.МЕДНИКОВ,
Московский государственный
университет



ПОРТРЕТЫ

досталось бы ей — хранительнице домашнего очага. Так что во времена перехода от матриархата к патриархату этот миф был, если угодно, злободневным идеологическим памфлетом — лишь потом он стал страшной сказкой.

Однако миф, о котором шла речь, возник в относительно поздние времена. Когда? Это — общество, переходящее к земледелию от скотоводства. Люди уже приручили лошадей, знали струнные инструменты вроде гуслей, жили оседло, уже не в пещерах... А нельзя ли еще дальше углубиться в прошлое, вскрыть более глубокие временные пласты? Полагаю, что можно. Можно — на примере весьма широко распространенного комплекса мифов о страшных «живых мертвецах», высасывающих кровь у своих ближних. Я предпочитаю называть их древним славянским именем — вурдалаки (вампир — слово западное, упырь — восточное, от тюркского «убыр»). Итак, перейдем к вурдалакам.

Основные свойства вурдалаков.

Комплекс мемов о вурдалаках (вампирах, упырях) сейчас уже стал интернациональным, главным образом благодаря классической книге Брэма Стокера «Дракула» (1897). Эта книга опубликована на всех языках Земли и многократно экранизирована. Она породила несметное множество подражаний, и сегодня обычный человек знает о вампирах, пожалуй, больше, чем о вполне реальных существах, населяющих Землю, — например, об окапи или латимерии.

Кто же такой вурдалак по Стокеру? Это — «живой мертвец», «не-мертвый». С восхода солнца до заката он беспомощно лежит в своем гробу и лишь с наступлением темноты встает на промысел. Отличительные признаки: налитые кровью глаза, тяжелый могильный запах, острые зубы (загибающиеся внутрь ротовой полости, как у змеи, — по Бобу МакКаммону, «Они жаждут»). На ладонях вурдалаков растут волосы. Вурдалак не отбрасывает тени и не отражается в зеркалах. Физически он сильнее человека, имеет власть над туманами, мухами, крысами, волками и летучими мышами (и может превращаться в них). Лишенный своей единственной пищи — свежей крови, он теряет силы, хиреет, хотя потенциально бессмертен. Человек, у которого высосана кровь (обычно из шейных сосудов), сам становится вурдалаком.

Впрочем, характеристики вампиров могут различаться в зависимости от источника. Даже у классика вампирологии Стокера вампир Дракула по крайней мере один раз активен днем.

А.Н.Афанасьева «Русские народные сказки» и имеющим шифр АаTh315А по международной классификации (Б.М.Медников. Гены и мемы — «субъекты» эволюции. «Человек», 1990, № 4). По моей тогдашней трактовке, предок этой сказки — миф о происхождении лунных затмений. Я и сейчас уверен в этом, но теперь мне кажется, что кое-какую информацию я упустил.

В некоторых вариантах этой сказки упоминается, что родители отрицательной героини, впоследствии ставшей ведьмой-людоедкой, так сильно хотели, чтобы родилась девочка, что были готовы избавиться от ребенка, если тот будет мальчиком. Почему им была нужна именно дочь? Разгадку я нашел, как ни странно, в приключенческой повести Дж.Вилларда Шульца «Сын племени навахов» (естественно, эту разгадку подтвердили специальные труды этнографов). Шульц писал, что у индейских племен-земледельцев тэва и конных охотников навахо были разные правила имущественного наследования. У тэва после смерти родителей все имущество переходило к дочери; сыновья же уходили зятьями в чужие семьи, и им принадлежало только оружие. А вот навахи, перейдя от матриархата к патриархату, все наследство отдавали сыновьям.

Отсюда понятно, почему родители ведьмы-людоедки так хотели, чтобы родилась девочка: тогда все нажитое ими

Средства борьбы с вурдалаками. Вурдалак боится чеснока и омелы; ветка шиповника, положенная на гроб, не дает ему подняться. Остерегается он также креста, святой воды и причастия. (Замечу, что последнее — это уже поздние наслоения: сам по себе миф гораздо древнее христианства. Омелу в него добавили кельты, а чеснок — восточные народы. И кстати, еще недавно суеверные турки давали болезненным детям имя «чеснок», чтобы уберечь их от злых духов.)

Вероятно, самое древнее и самое надежное средство избавления от вурдалака — вбить ему в сердце деревянный кол, предпочтительно осиновый, и отрезать голову. Но с появлением огнестрельного оружия появилось новое средство: вампира можно застрелить серебряной пулей. Разумеется, этот метод был доступен только состоятельным людям.

Откуда пришли в Европу вурдалаки. Самый популярный в Западной Европе вампир — граф Дракула — лицо историческое. Он принадлежал к рыцарскому ордену Дракона (по-венгерски — Дракулы). Это — валашский господарь Влад III, за жестокость прозванный Дьяволом. Сын его, Влад IV, старался в злодеяниях превзойти отца, за что его стали называть Цепеш — сажатель на кол. Они жили в середине XV века. Так что центр, откуда пошло наступление вампиров (вурдалаков) на Европу, — это Венгрия. А.С.Пушкин, переводя подделанные П.Мериме «Песни западных славян», упоминает в них вурдалаков, а у А.К.Толстого есть рассказ «Семья вурдалака» и повесть «Упырь», и вот действующие лица в последней — упыри — прямо выводятся от «древней венгерской фамилии, ныне уже угасшей, но известной в конце пятнадцатого столетия».

А теперь вспомним, откуда взялись в центре Европы венгры (мадьяры, в древности — угры). Мадьяры, предки современных жителей Венгрии, пришли в Европу с берегов Волги. До того они обитали в Заволжье, Южной Сибири и Зауралье. Венгерский язык близок к тем, на которых сейчас говорят манси, ханты и прочие народы самодийской (самоедской) группы. Другие его родственники, более дальние, — финский и эстонский языки. В целом этот комплекс языков так и называется — финно-угорский.

Но финны и эстонцы вампиров изучали... по Стокеру. В их фольклоре нет преданий об оживающих мертвецах, высасывающих у ближних кровь (в этом меня заверили мой зять-эстонец и бывший аспирант-финн). Так что комплекс мемов о вурдалаках был присущ только уграм. Угры в свое время широко расселились на нашем Севере (это самодийцы, нганасаны, энцы), дошли до Таймыра, Ямала, Кольского полуострова. И именно там сохранились самые древние варианты преданий и архаичные языковые нормы.

Правда, придя на Север, самодийцы встретили там аборигенное население — палеоазиатов — и поглотили его, впитав в себя не только их гены, но и мемы. А палеоазиаты (отдаленные потомки которых — юкагиры, коряки, чукчи, кеты) помнили еще живых мамонтов.

Как раз в фольклоре энцев — самодийской народности, живущей у берега Северного Ледовитого океана, — мне показалась интересной одна история. Вот она.

«Два охотника промышляли далеко от дома в тундре. Один из них заболел, потом умер. Перед смертью сказал: «Не хорони меня здесь, вези на нартах домой, я тебе помогу». Оставшийся в живых вез труп на нартах днем, а вечером покойник оживал и вез живого товарища на нартах сам, причем бежал без усталости, а к утру умирал снова. Но живой охотник его боялся... Вдруг мертвец сказал: «Здесь похоронен очень сильный покойник; сегодня ночью я буду с ним биться. Даже если я его одолею, не вези меня дальше, похорони здесь, а в сердце мне вбей осиновый кол. Иначе опасным буду...»

Этот комплекс преданий (впору назвать его вампиризмом) распространялся и на юг. Л.Н.Гумилев, раскопавший хазарские погребения в низовьях Волги, отмечал, что многие скелеты носили следы посмертных повреждений (обоженные, с переломанными костями). А ведь хазары и угры были врагами! Однако даже это не помешало распространению мифа.

Предания о «живых мертвецах» дошли и до Азербайджана и, как ни удивительно, сохранились там до наших дней. Крупнейший вирусолог и микробиолог Лев Александрович Зильбер в незавершенных мемуарах приводит любопытный факт. Перед Отечественной войной он работал на ликвидации вспышки чумы в Азербайджане, где и услышал такую легенду: если после смерти одного из членов семьи продолжают умирать его родственники, значит, покойник — «живой» и тянет всех к себе. Выявить «живого» мертвеца просто: нужно насыпать на могилу овес и привести коня. Если конь станет есть овес, то, следовательно, мертвец — «живой» и его необходимо обезвредить. Для этого могилу раскапывают, покойнику перерезают горло, вырезают сердце и дают съесть по кусочку каждому члену семьи. И таким образом всех заражают чумой! Ну, а какой же конь откажется от овса, даже если он насыпан на могильный холм?

А далее там, в Азербайджане, события развивались, как в мистическом романе. На кладбище жертв эпидемии обнаружили могилы со следами поспешной, тайной раскопки. Эксгумация первого же покойника показала, что у него перерезано горло и вырезано сердце. Значит, древний миф был еще руководством к действию!

Остановив вспышку чумы, отряд российских врачей вернулся в Москву, но вскоре Л.А.Зильбера, как многих до и после него, арестовали по ложному обвинению, и он оказался в лагере. Право же, жуткая фантазмагория, в которой действуют на равных правах вурдалаки из мифов и... из НКВД.

Для чего вурдалакам нужна кровь. То, что «кровь — сок совсем особенного свойства», знал не только Мефистофель в «Фаусте». Во всех примитивных обществах практиковались кровавые жертвоприношения, а порой и обрядовое людоедство. Считалось, что вместе с кровью человек, пьющий ее, получает силу и ум жертвы.

По-видимому, этот обычай был распространен по всему свету. Совсем недавно «Известия» (№ 49 от 17 марта 1995 г.) опубликовали перепечатку из шведской газеты «Дагенс нюхетер». Сообщалось, что в Перу при раскопках погребений индейцев племени муче (1700-летней давности) обнаружены рисунки, на которых изображены жрецы в страшных масках, убивающие связанных пленников огромными медными серпами и затем пьющие их кровь из больших бокалов. В погребениях отыскали и серпы, и золотую маску кота, которую надевал жрец во время жертвоприношения.

В горных областях Новой Гвинеи подобные обряды сохранились почти до наших дней. Так, шведский путешественник Эрик Лундквист сообщил, что обращенные в христианство папуасы племени яперо, недавние каннибалы, «причастие считают прямым продолжением своих собственных каннибальских праздников...». И причащаются они, охотно веря, что это плоть и кровь Христа. Раньше они ели человечину для того, чтобы приобрести силу и могущество убитого. И теперь видят в причастии тот же смысл.

И, пожалуй, они правы. Ритуалы и обряды любой религии много древнее ее догматов. И, снимая один за другим пласты накопившихся исторических искажений, мы обнаруживаем в конце концов ритуалы магии древнего каменного века (верхнего палеолита), магии, которая господствовала над умами людей, когда никаких религий во-

обще не существовало. Не было еще богов — были духи умерших, духи зверей, явлений природы, которых следовало ублажать или устрашать магическими обрядами. В те времена понемногу, по-любительски колдовать могли все члены племени. Но в трудных случаях обращались к профессионалам — колдунам, шаманам. И самые архаичные представления о шаманах сохранились именно у нганасан — жителей Таймыра, народа самодийской, угрофинской группы.

Оживающие мертвецы. Ценную информацию на сей счет можно почерпнуть из сборника «Сказки и предания нганасан» (серия «Сказки и мифы народов Востока», 1976). А она, эта информация, такова: человек может стать шаманом только после своей смерти — умереть, а потом ожить. В комментариях к сборнику прямо говорится: «Идея о том, что умерший, а затем воскресший человек становится большим шаманом, свойственна не только фольклору народов Сибири, но, в отношении кетов, встретилась нам даже в одном документе середины XVIII в.». В сказках № 25—26 того же сборника этот процесс описан с весьма натуралистическими подробностями: «Поднимается человек, братишка, который умер. Пока лежал он в течение зимы, не стало у него щеки на левой стороне лица, отгрызли мыши»*. После этого он становится великим шаманом.

В сказках воскреснуть легко. А в жизни за смерть порой принимали долгий летаргический сон, глубокий обморок. Или просто инсценировали смерть неофита, пожелавшего стать шаманом...

Этот мем, в сочетании с другим, согласно которому кровь других людей — источник силы и могущества, и стал основой устойчивой легенды о вурдалаках. Нам, индоевропейцам, эта легенда была долгое время чуждой, и даже такие авторитеты, как П.Мериме, А.С.Пушкин и А.К.Толстой, не могли создать ей особой популярности. Тут точно такое же положение, как с формой одного из генов — аллелем, определяющим темную окраску у бабочки березовой пяденицы. До индустриализации Британских островов эта темная форма считалась редкостью и высоко ценилась у коллекционеров. Однако в XIX веке пошло бурное развитие тяжелой промышленности, базирующейся на каменном угле. Стволы берез покрылись черной копотью, на фоне которой темные бабочки не стали видны птицам (а белые — наоборот). Численность «темного» аллеля в результате отбора резко возросла. Так возник феномен «индустриального меланизма». Однако сейчас, когда заводы и фабрики переходят на электроэнергию и газ, белая форма берет реванш.

Похоже, нечто подобное происходит и с мемами. Практичный, верящий в прогресс XIX век долго не интересовался легендой о вурдалаках. Наш, уже уходящий XX, потряс человечество бедствиями невиданного масштаба, спровоцированными самими же людьми (войны, фашизм и социализм, атомные бомбы и так далее). И как следствие — разочарование в науке, невиданный расцвет мистики и псевдонауки, все эти НЛО, бермудские треугольники, экстрасенсы и прочее. В такой ситуации книга Стокера неожиданно пришлась к месту и завоевала сначала англоязычные страны, а затем и весь мир.

Это только мое мнение. Мы еще точно не знаем, каковы факторы отбора мемов в мемофондах человеческих популяций. Они, очевидно, не менее разнообразны, чем факторы отбора генов в генофондах. Там есть и аналоги внут-

*Из-за вечной мерзлоты нганасаны не рыли могил, а сооружали над покойником, лежащим на санках, подобие чума из ветвей и шкур. Все вместе — мертвое тело и сооружение над ним — называлось «ледовка».



ривидовой и межвидовой борьбы, и аналоги паразитов и хищников, конкурентов и так далее. Но, как бы то ни было, граф Дракула, похоже, осуществил свою мечту, высказанную в романе Стокера. Он завоевал мир. Духовный, во всяком случае.

Дальнейшая эволюция мема. Уже первые исследования нуклеотидных последовательностей генов подметили важный факт: в разных генах встречаются одинаковые последовательности ДНК (мотивы). Это говорит о том, что гены, ныне кодирующие разные белки, ведут начало от одного гена-предка. Например, ген фермента сериновой протеазы несколько раз дублировался и породил гены, кодирующие разнообразные белки: фактор роста нервов, фактор роста эпидермиса и целый ряд других. Иногда фрагмент — последовательности одного гена — встраивается в другой ген, и создается программа для синтеза белка с новыми свойствами. Например, в гене фактора VIII, ключевого белка в системе свертывания крови (антигемофилического фактора), содержится большая последовательность, позаимствованная из гена церулоплазмينا — белка-переносчика ионов меди.

То же самое происходит и с мемами. Мем-предок порождает другие мемы, которые в процессе дивергенции уже не похожи на прародителя. Один такой пример я уже приводил выше: явное родство мема о крови (как источнике силы) и христианского обряда причастия. Если вы — верующий человек, исправно причащаясь, содрогаетесь при мысли о таком сопоставлении, вспомните другой, уже вышедший из моды обычай. Наши предки славяне еще до Киевской Руси, совершая обряд почитания, пили вино из чаши, в которую добавляли свою кровь. Не породил ли миф о «живых мертвецах», шаманах, кроме вурдалаков, еще какой-нибудь обычай?

«Аще и весь мир приобрящем и тогда во гроб вселимся, иде же купно цари же и узбоии...» Это — слова из заупокойной, которую и по сей день читают над человеком, постригающимся в монахи. Что же это, если не имитация, инсценировка смерти, которая, по сути, ничем не отличается от обряда «посвящения» человека в шаманы?

Мемы религиозных обрядов древнее всех религий и ведут начало от ритуалов первобытной магии. Возникает вопрос: насколько она первобытна? По моей предварительной оценке — это 10–12 тыс. лет, конец палеолита, эпоха распада древней нестратической языковой общности. А нельзя ли забраться в древность еще дальше? Не сохранились ли в нашем культурном наследии мемы из тех времен, когда наши предки сапиенсы пришли в Европу, в те времена населенную неандертальцами? Какие мемы мы принесли с собой (в себе) со своей прародины — Африки? И что позаимствовали у предшественников?

Но это уже другая история.



Хеномелес — клубника для ленивых

В.Г.Меренков,
Смоленск

Весной этого года в редакцию пришло письмо: В.Г.Меренков из Смоленска спрашивал, много ли витамина С в плодах японской айвы. Мы ответили, что витамина С в айве, по-видимому, немало, и задали встречный вопрос: а как готовить японскую айву, чтобы полученный продукт можно было есть? Дело в том, что большинство садоводов уверены: хеномелес — растение декоративное, а плоды его, в отличие от обыкновенной айвы, абсолютно несъедобны по причине их высокой механической прочности, а также кислого и терпкого вкуса.

Еще знаменитый американский селекционер Бербанк приводил издевательский рецепт: «Возьмите одну айву, один бочонок сахара...» И в научной, и в художественной литературе встречаются комплименты изумительным цветам японской айвы, ярко-алым, белым или розовым — и ехидные выпады в адрес «деревянного яблочка». Но читатели «Химии и жизни» в очередной раз доказали, что общее мнение бывает ошибочным.



Японскую айву (*Chaenomeles maulei*) мы выращиваем более пятнадцати лет. При минимальных затратах труда четыре куста японской айвы позволяют нам заложить на хранение 5–8 литров прекрасного продукта, богатого витаминами и очень вкусного. Если сравнивать этот продукт с другими домашними заготовками, больше всего он похож на клубничное варенье, поэтому мы иногда называем японскую айву «клубника для ленивых».

Непонятно, почему японская айва менее популярна у садоводов, чем черноплодная рябина и крыжовник, которые она превосходит по всем показателям. Вероятно, причина в сложности переработки плодов, при которой следует точно соблюдать несколько простых правил. Но сначала несколько слов о том, как мы ее выращиваем.

Должен сказать, что для нашей семьи айва далеко не первостепенная культура и серьезным садоводам наши методы могут показаться дилетантскими. Но мы ценим японскую айву именно за то, что забот с ней немного.

Выбор посадочного материала

Способность к вегетативному размножению у японской айвы невелика, поэтому разводить ее делением куста вряд ли кому-нибудь удастся. Иногда нижние ветки дают придаточные корни, но, если эти ветки отделить от куста и высадить отдельно, они сохраняют тип роста и дают стелящееся растение с низкой урожайностью. Поэтому лучше приобрести молодые саженцы на базаре.

Саженцы должны быть 30–40 см высотой. Но если вам попадутся и мелкие (10–20 см) — ничего страшного. Как правило, это вполне здоровые растения, которым немного не повезло, и они «в детстве» были угнетены соседями. При правильной посадке через несколько лет такие саженцы не будут отличаться от других.

Посадка

Главное условие — чтобы выбранное место было снежным, то есть таким, на котором всю зиму сохраняется глубокий снег. Выше снежного покрова «японка» обмерзает. Кроме того, желательно, чтобы место было доста-



точно солнечным. Но так как плоды у японской айвы зреют до середины осени, легкая полутень допустима. Просто в этом случае основное созревание плодов пойдет в октябре, когда полутень над кустами почти исчезнет.

Размещая саженцы, не забывайте, что куст в период зрелости будет иметь диаметр полтора-два метра, поэтому не нужно сажать «японку» слишком часто.

При посадке необходимо следить, чтобы корневая шейка обязательно находилась над землей. Иначе растения становятся очень чувствительными к летней засухе.

Уход

Уход за японской айвой несложен. Желательно подрыхлять приствольный круг, но это не всегда удается, так как нижние ветви ложатся на землю, а именно на них в первые годы вырастает основной урожай. Несколькими раз за лето нужно истребить сорняки, немного разокутить ствол, чтобы корневая шейка оставалась над землей. При этом полезно уничтожить придаточные корни, образующиеся на ней.

Японская айва очень отзывчива на удобрения, поэтому перед цветением и в начале лета ее желательно подкормить полным минеральным удобрением или раствором коровяка.

В июле-августе — в период формирования плодов — «японка» особенно чувствительна к засухе. При недостатке воды значительная часть плодов опадает или не развивается.

Зато к вредителям и болезням японская айва достаточно устойчива. Точнее, наши вредители и болезни еще только начинают ее осваивать. Очень редко плоды повреждает плодовая гниль, иногда на кусты нападает тля. В последнее время на плодах стала появляться болезнь, напоминающая паршу яблوك, поэтому летом желательно обработать кусты противогрибковым или иммуностимулирующим препаратом.

Для плодов губительны и замороз-

ки в период цветения, но уж если такое случается, садоводу остается только вздохнуть.

Уборка урожая

Небольшие заморозки созревающие плоды переносят достаточно легко. А вот перед началом устойчивых холодов «японку» надо убрать.

Плодоножки прикреплены к ветвям намертво, поэтому плоды приходится отламывать или откручивать. Иногда плодоножки оказываются толще, чем сами ветки! При этом сорвать плоды, не поломав веток, удается не всегда.

Мытье и чистка

Вымытая айва, если ее сразу не использовать, легко подгнивает, а чистка айвы — процедура трудоемкая и длительная, поэтому плоды моем мелкими партиями и сразу перерабатываем.

Удаление семян, которых в плодах очень много, — самая тяжелая операция во всем процессе айвоводства. Плоды плотные, рассечь их можно только очень хорошим ножом. Скользкие семена, невзирая на любые меры предосторожности, разлетаются по всей комнате.

При очистке разделяем плоды на абсолютно здоровые, которые пойдут в холодную переработку, и немного поврежденные, которые придется готовить горячим способом.

Холодная переработка

Обычно этот способ заготовки плодов и ягод применяют, когда хотят сохранить витамины. А у «японки» есть еще одна причина избегать нагрева: варенье из нее, сваренное по обычным правилам, приобретает цвет и, что самое досадное, сильный аромат канифоли. Поэтому в данном случае холодная переработка — единственный способ получить продукт приемлемого вкуса.

Порежьте плоды на кусочки не толще 3 мм. Лучше всего это сделать с

помощью электрической или механической шинковки. Если кусочки будут толще, то сок из плодов будет выделяться слишком медленно, продукт, еще не настоявшись, начнет портиться и вам придется прибегнуть к тепловой переработке, со всеми вытекающими последствиями.

Мелко порезанные плоды поместите в кастрюлю, засыпьте сахаром из расчета два объема сахарного песка на три объема плодов. Перемешайте и поставьте в прохладное место на три-четыре дня. Когда весь сахар растворится в соке, разложите по банкам и поставьте в холодное место.

Горячая переработка

Поскольку горячая переработка ухудшает вкусовые качества, советуем использовать ее только для не совсем здоровых плодов, которые тем не менее жалко выбрасывать.

Плоды запекайте в духовке, пропустите через мясорубку, смешайте с сахаром в отношении 3:2, как и при холодной переработке. Варите на слабом огне до загустения.

То, что получится, по вкусу и цвету будет напоминать пасту из чернослива.

«Лимонная наливка» из японской айвы

В заключение рецепт алкогольного напитка. По вкусу он похож именно на лимонную наливку. Столовую ложку сиропа из холодного варенья смешайте со стаканом водки и стаканом воды (точные пропорции можно подобрать по вкусу: вода делает напиток кислее, а водка усиливает лимонный аромат).

Внимание! Употреблять этот алкогольный напиток (как, впрочем, и все остальные) следует с осторожностью: продукт содержит слишком много витамина С, а в комбинации со спиртом и сахаром он не всегда безобиден.



Споры о вкусе устриц

Пустили Дуньку в Европу

Три дня в Париже, день в Бордо и, наконец, сердце Жиронды — Аркашон.

Еще при встрече наш хозяин — Жан сформулировал три принципа настоящей жизни: еда, работа и любовь. Именно так, в этом порядке. «В Париже знают толк в работе и любви, но им недоступно самое главное — они не умеют есть. По-настоящему есть умеют только у нас, в Жиронде... ну и еще гасконцы, конечно...» И верно, впервые я не встал из-за стола полуголодным. Разумеется, многое было непривычным, особенно распорядок блюд. Ну кому в России придет в голову в качестве закуски есть дыню с ветчиной? Затем на столе появляются помидоры с перцем и уксусом, следом — утка с белой фасолью, а потом, когда утка съедена, подается листовая салат. Замечательный салат, который я, как всякий дикарь, с удовольствием положил бы в качестве дополнительного гарнира к утке. А то и в помидоры бы покрошил... После салата — фрукты: чершня, абрикосы, персики, а на десерт — три-четыре сорта сыра с отдельной переменной вина, непременно красного. Теперь я, прежде варварски пожирав-

ший рокфор на бутербродах, знаю, как его следует есть.

Странные нравы... но всякая разница стирается перед одним великим сходством: в Жиронде едят много и вкусно.

После обеда нас усаживают в машину и везут показывать город нам и нас городу. То и дело вперевивку с демонстрацией древностей и красот мы останавливаемся перед небольшими домиками, и Жан с гордостью представляет нас хозяевам: «Мои русские друзья!» Хозяева улыбаются и предлагают вина, непременно добавляя, что им известно, что русские обязательно швыряют пустой бокал через плечо. Легенду эту мы слышали еще в Париже. Хотелось бы знать, какая сволочь создала о моем народе столь превратное впечатление?

Шурин Жана — владелец устричной лавки. Лавка представляет собой навес, пространство под которым разделено на две части прилавком. С одной стороны — столики, с другой — рабочие помещения. Все открыто, все на виду. На прилавке горой лежат вареные креветки, большие и маленькие, лангустины, крабы... Это то, что готовится заранее. Рядом мидии и пропасть гребенчатых ракушек,

створки которых я видел на Черном море, но никак не представлял, что их содержимое можно есть. Все это продается живьем, а если угодно, их за две минуты сварят прямо в вашем присутствии. Для желающих закусить в меню имеются также длинные французские булочки, именуемые багетами, и несколько сортов вина.

А вот и устрицы... Если бы мне не показали их специально, я бы решил, что это просто серые известковые камни. Никакого намека на то, что внутри может быть что-то живое.

Робко припоминаю правило: сезон устриц — это те месяцы, в названии которых есть буква «р». Правило это верно и для французского, и для русского языков. А сейчас — середина июля... как ни произноси, буквы «р» не сыщешь. В ответ слышу, что правило верно, если устрицы нужно везти по жаре куда-нибудь далеко. «У нас сезон устриц круглый год».

В дальнем конце навеса рабочий сортирует только что привезенный улов, делит устриц на крупных, средних и мелких. Мелькают руки в резиновых перчатках, раковины, ударяясь, стучат словно обычные камни. Мне объясняют, что в зависимости от погоды устрицы обладают разным вку-



РАДОСТИ ЖИЗНИ

сом. Если холодно и дождливо, они почти безвкусны, когда жарко и сухо — солоноваты. А если погода такая, как сейчас, устриц появляется молочный привкус, и это лучше всего.

Покупателей в лавке немного, причем сплошь иностранцы. Двое летчиков из Сингапура берут прорву ракушек, вареных и сырых, и маленькую бутылочку «Порто». Усаживаются за столик и начинают пировать. Шестеро толстых немцев в шортах долго о чем-то толкуют с хозяином и наконец покупают по одной устрице и по бутылке вина на нос. Потом нам расскажут, что вино было выпито до капли, а к устрицам немцы так и не приотрунулись.

Покупатели обслужены, и хозяин подходит к нам. Улыбки, рукопожатия, неременная фраза о бокалах, которые русские швыряют через плечо. Хозяин крошечным ножичком вскрывает серый камень и протягивает мне. Внутри на перламутровой подложке лежит... слизняк. Да, иначе это не назовешь... студенистое нечто, ничуть не съедобное с виду.

Стою в растерянности. Взять это в рот кажется совершенно невозможным.

Мне объясняют, что прежде всего следует выпить находящуюся в раковине морскую воду, затем ухватить устрицу зубами и тщательно жевать. Глотать их целиком не следует — может заболеть живот. Легенда о глотании устриц живьем — такие же враки, как и байки о рюмках, разбитых русскими. По счастью, дело не ограничивается объяснениями, хозяйка демонстрирует, как следует поступать с устрицами, и я решаюсь. Осторожно втягиваю воду (вода как вода, горьковато-соленая), стараясь не глядеть, принимаюсь жевать несча-

стное существо. Никакого особого вкуса заметить мне не удастся. Мантия у моллюска слегка хрящеватая, так что работа для зубов есть, все остальное мягкое и вполне никакое. Нажевавшись, с усилием глотаю. Свершилось!

Говорят, что о вкусе устриц следует спорить с теми, кто их ел. Интересно было бы послушать сейчас мнение знатоков.

Владелец лавки нагребает в пластиковый мешок десятка два больших раковин. Подарок...

Вечером вместо ветчины подается блюдо устриц. Вопреки Льюису Кэрроллу, на столе нет ни масла, ни черного перца. Нет также ни лимона, ни уксуса, о которых любит поминать русская классика. Уксус — это попытка скрыть несвежий вкус долго хранившихся устриц, уксус или лимон придумали подавать к устрицам англичане, а они погрязли в пудинге и ничего не понимают в настоящей еде. И вообще, эти люди сожгли единственную французскую девственницу, так что доверия им нет ни малейшего. Устрицы следует есть под красное вино.

Что ж, с такой запивкой можно проглотить что угодно.

— У нас все любят устриц и умеют их есть, — говорит Жан и в доказательство кладет одну раковину на пол. Кошка Ша-ша, до той поры с презрением обнюхивавшая французский аналог «вискаса», стремглав летит к ракушке и принимается жадно лакать морскую воду. Затем она с урчанием вгрызается в плоть моллюска.

Кошка понимает толк в устрицах, а я чем хуже?

Старательно жую одну устрицу, вторую... Пытаюсь проникнуться, прочувствовать молочный привкус. Беспоз-

лезно... Слегка пахнет водорослями, еще чем-то непонятным, но не молоком. На четвертой устрице желудок начинает тихонько бунтовать. Не представляю, как Морж и Плотник умудрились сожрать без малого полтысячи ракушек? Быть может, тому виной черный перец и уксус?

Наконец на столе появляется запеченная буженина с отварным картофелем. Быстренько заливаю морской деликатес бокалом вина и приступаю к еде.

Среди визитов, которые мы сделали в первый день пребывания в Аркашоне, был один, о котором следует сказать особо. Жан-Клод — плотный мужчина с фамильярными манерами и громкогласным голосом — простой французский миллионер. Сейчас он отошел от дел и живет на скромную миллионерскую пенсию. На досуге Жан-Клод занимается разведением домашней птицы: по двору миллионерского дома бродят гуси и утки, квочут куры, в проволочном вольере теснятся голуби. Все для дела, все для еды. С Жаном-Клодом договариваемся, что завтра он отвезет нас в Бассейн.

Город Аркашон полумесяцем располагается вдоль берега мелкого залива, который соединен с океаном проливчиком шириной не более полукилометра. Жители Одессы называют такие заливы лиманами, а аркашонцы говорят просто: Бассейн. Именно так, с большой буквы. Аркашонский порт представляет собой зрелище сюрреалистическое, не вмещающееся в сухопутное сознание. Представьте три тысячи яхт и прогулочных катеров, умножьте на южное солнце, склонное к фантастическим преувеличениям, и вы поймете, что вообразить все это, не выдавши воочию, невозможно.



РАДОСТИ ЖИЗНИ

Бассейн разгорожен вбитыми в дно жердями и представляет собой сплошной садок для разведения устриц. Лишь посредине — небольшой островок (во время отлива он увеличивается раз в десять), к которому нельзя приставать. Это заповедник, птицам тоже надо где-то жить. Островок так и называется: «Птичий».

С собой Жан берет ящик дынь, шесть бутылок местного розового вина и бутылочку арманьяка урожая 1973 года. Все остальное обещали взять пригласившие нас люди.

Отплываем на двух катерах, зачаливаемся совсем рядом с одной из устричных отмелей. Вода в Бассейне неожиданно прохладная (дважды в сутки отлив вытягивает едва ли не всю воду, а прилив нагоняет свежую, не успевшую прогреться на солнце) и очень чистая. В Бассейн из Аркашона не попадает ни единой капли стоков.

Жан-Клод бросает в воду огромное пластиковое ведро, с уханьем прыгает с катера и с ведром в руках бредет к жердям, ограничивающим кусочек частной акватории. Жерди густо обросли гроздьями мидий. Спешу на помощь. Переводчика рядом нет, и мне знаками показывают, что по ту сторону кольев нельзя, а по эту — можно. Надираем целое ведро мидий, затем второе, третье — куда столько?! — четвертое... Порой попадаются и устрицы, они тоже летят в ведро — а не надо было вырастать на нейтральной территории...

Пока я оттаскиваю к катерам очередное ведро, Жан-Клод каким-то образом вскрывает одну из устриц, и в обмен на пустое ведро я получаю устрицу.

И тут, стоя с ракушкой в руках по пояс в воде посреди аркашонского Бассейна под жгучим солнцем Жиронды, я почувствовал, что со мной уже было нечто подобное. По странной ассоциации всплыло воспоминание: осень, еловый лес, где наконец-то высыпал слой рыжиков. Беру гриб, истекающий оранжевой кровью, отрываю приставшие иголки, присыпаю обратную сторону крупной солью,

(ради такого дела не лень таскать с собой коробок с солью!) и осторожно откусываю, чувствуя, как меня наполняет аромат всех на свете грибов, запах осени, воздуха, процеженного желтеющей листвой. Душа леса чудесным образом проникает в душу человека и сливается с ней. Если осень выдалась дождливой, то и рыжики будут слегка водянистыми, в засуху они чуток горчат, а если осень выдалась славной, с запоздалыми грозями, крепкими индевелыми утренниками и теплыми днями, то на самой грани восприятия у рыжиков появляется яблочный привкус... Тончайшее и чудесное ощущение! А городской гость тоскливо смотрит на протянутое угощение, неуверенно подносит ко рту, старательно жует, подавляя желание выплюнуть сырой гриб.

Какой же я идиот! Мне предлагают на перламутровом блюде душу моря, а я выискиваю какие-то гастрономические изыски...

С благодарностью принимаю подарок. О вкусе устриц может судить тот, кто ел в лесу сырые рыжики.

На катерах уже вовсю кипят приготовления к пиршеству. Современный прогулочный катер это вам не хухры-мухры. Все удобства на борту, в том числе и кухня. Куры, вчера квохтавшие на миллионерском дворе, теперь скворчат в собственном жиру, вино разлито по бокалам, и с минуты на минуту будут готовы мидии.

На следующий день дома старый Поль приготовит мидии с соусом. Возьмет литр воды, полстакана белого вина, луковицу и пучок сельдерея. В кипящую воду вольет вино, бросит мелко порезанные лук и зелень, а потом засыплет кастрюлю до самого верха тщательно перемытыми мидиями. Солить не надо, в ракушках довольно соленой морской воды. Соус демонстративно вымакивают хлебом, и пресный французский багет обретает вкус. А на катере мидии просто сварили в морской воде. Но и в том, и в другом случае есть их следует руками. Взять самую маленькую ракушку и, пользуясь ей как пинцетом,

вытаскивать из остальных раковин мидий и отправлять в рот. И не нужно никаких специальных вилок и серебряных щипчиков, все это выдумки изнеженных аристократов.

Начинается праздник живота. Салаты и паштеты, курица и ракушки, розовое вино течет рекой. Кости, корки, объедки летят за борт. А вот пластиковые упаковки, фольга, бутылки и пробки аккуратно складываются в мешок и в порту будут выброшены в мусорный бак. Мне объясняют, что в море можно кидать только то, что будет съедено. В подтверждение этих слов налетают чайки и в минуту уничтожают весь мусор, что плыл по волнам. Съеден даже помидор, который Жан-Клод демонстративно швырнул в воду. Суетливые крабы на дне волочут в разные стороны куриные косточки.

Мидий остается еще килограмм тридцать, и по дороге домой Жан будет заезжать к знакомым и щедрой рукой делиться уловом. А пока кругом сытая истома, солнце, начинающийся прилив.

— Voulez vous le canard?

Канар, это же, вроде, утка... У них, что, еще и утка приготовлена?

Оказывается, канар это не только утка, но и арманьяк на кусочке сахара. Обмакиваешь сахар в рюмку и тихонько сосешь. Очень вкусно.

Поклевываю сахарком в арманьяк, мечтательно смотрю на высыющую вдали самую большую в Европе дюну. У моих ног горкой лежат устрицы. Каждая за плотно сжатыми створками хранит кусочек живого океана с шумом прилива, криками чаек, запахом соли, йода и вольной воды. Океан пахнет устрицами, о вкусе которых я теперь могу спорить.





ТОРГОВЫЙ ДИВИЗИОН РЕАКТИВ

СПЕКТР Т. Т. Т.



Компании СПЕКТР Т. Т. Т. и ТД РЕАКТИВ

в течении 12 лет успешно работают на Российском и международном рынках по поставкам продуктов тонкой химии. Спецификой нашей деятельности является заказной синтез. Наш каталог включает более 2000 наименований. Одновременно мы осуществляем поставки со склада (более 600 наименований), а также импорт продуктов по крупнейшим каталогам. Стилем нашей работы является 100% входной контроль качества самыми современными методами. Спрос на синтезируемые продукты значительно превышает наши возможности.

Приглашаем к сотрудничеству химиков-синтетиков и организации. Звоните - наши предложения Вас приятно удивят!

Телефон:

(095)916-6060;

742-3075; 742-3087;

Факс:

(095)288-1652; 916-6397

e-mail: spektr@lvk.ru;

reactive@td-reactive.ru

www.spektr-ttt.ru

www.td-reactiv.ru



ЗАО «КАТАКОН» предлагает

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

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



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

Технические характеристики приборов

Диапазон измеряемой удельной поверхности 0,1–1000 м²/г
 Диапазон относительных парциальных давлений газа-адсорбата 0,05–0,5
 Полная автоматизация цикла адсорбция-десорбция
 Встроенная в прибор станция подготовки исследуемых образцов к измерениям
 Управление процессом измерения и обработка результатов с использованием ЭВМ

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

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

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

10 - 13 ноября 2003 г.
Россия, Москва, ВВЦ,
павильон №57

4-я специализированная выставка предприятий химического комплекса



ХИМЭКСПО 2003

Разделы выставки:

- Инновационные и инвестиционные проекты
 - в химической промышленности
 - в нефтехимии
 - в микробиологии
- Производство, потребление и сбыт
 - продукции химической, нефтехимической и микробиологической промышленности
 - товаров химии и нефтехимии для строительного комплекса
 - товаров химии бытового обихода
 - продуктов основной и органической химии
- Сырье для химической промышленности
- Техническое перевооружение и модернизация технологического оборудования
- Экологическая и промышленная безопасность химических производств, переработка и утилизация отходов
- Защита и охрана химических предприятий

Организаторы:
Министерство промышленности,
науки и технологий РФ,
Правительство Москвы,
Российская Академия Наук,
Российский союз химиков,
Московская Ассоциация
организаций химического
комплекса, Ассоциация ФГУП НИИ
Российского союза химиков,
ООО «ИнформТехЭкспо».

Приглашаем на выставку!

Заявка на участие в выставке направляется до 10 ноября 2002г. по адресу:
129223, Россия, Москва, проспект Мира, ВВЦ, павильон 19, офис 14,
ООО «ИнформТехЭкспо», Тел./факс (095) 748-1296, 748-1299
Email: itexpo01@mtu-net.ru Менеджер выставки – Ирина Каткова

НЕДЕЛЯ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ 28–31 октября 2003

175-летию САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ПОСВЯЩАЕТСЯ

КОНГРЕСС И ВЫСТАВКИ в Санкт-Петербурге

ВЫСТАВКИ:

**ХИМЭКСПО
БЫТОВАЯ ХИМИЯ
ПЛАСТЭКСПО
ЛАКИ. КРАСКИ**

КОНФЕРЕНЦИИ:

- ХИМИЧЕСКИЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ
- КАЧЕСТВО ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ
- УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ

Тел. (812) 320 8097, 320 9660 Факс (812) 320 9526, 320 8090
E-mail: congress@restec.ru, chem@restec.ru



www.restec.ru/ctw



www.cbceconf.com

Фонд «Научное партнерство», компания «InterBioScreen» при научно-методической поддержке Академий наук России и стран СНГ продолжают проведение Международных научных конференций **по химии и биологической активности синтетических и природных гетероциклических соединений.**

Вторая Международная конференция этого цикла **«ХИМИЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КИСЛОРОД- И СЕРУСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОЦИКЛОВ»** состоится **14–17 октября 2003 г.** в Москве в *Российской академии госслужбы при Президенте РФ.*

Конференцию открывают **церемонии награждения золотой медалью «За вклад в мировую науку и международное научное сотрудничество»**

Первый день конференции посвящен пленарным докладам лауреатов — выдающихся ученых США, Европы, Японии и СНГ.

На конференции будут работать следующие секции:

1. Химия синтетических гетероциклов
2. Химия природных соединений
3. Биологическая активность кислород- и серусодержащих гетероциклов.

Направленный синтез биоактивных соединений

Материалы конференции издаются в виде 2-томной (более 1100 страниц) монографии **«Кислород- и серусодержащие гетероциклы»** серии **«Химия и биологическая активность синтетических и природных соединений»** (Chemistry of Biologically Active Synthetic and Natural Compound (CBC))

Рабочий язык конференции – английский.

Планируется участие более 400 делегатов из стран СНГ, Балтии, США, Европы и Азии.

Адрес ОРГКОМИТЕТА: 142432 Московская обл., г. Черноголовка, Институтский пр-т, 7а
Тел.: (095) 788-06-51, 8-252-49-489/ Факс: (095) 788-06-52.
E-mail: conf@ibscreen.chg.ru



АКАДЕМКНИГА

Книга почтой (безналичный расчет, наложенный платеж). Учебная, специальная и научная литература по химии, биологии, физике, математике и экологии.
НОВИНКИ:

Б.В.Столяров. «Практическая газовая и жидкостная хроматография», 240 р.

Г.В.Королев. «Ассоциация жидких органических соединений», 195 р.

Б.Глик. «Молекулярная биотехнология», 510 р.

М.К.Роко. «Нанотехнология в ближайшем десятилетии», 450 р.

Заявки принимаются по тел.:(8432)13-00-13;
e-mail: book@ecopharm.ru; www.a-book.ru



Компания «Экофарм»:

Комплексное оснащение лабораторий и производств. Производство лабораторной мебели и лабораторных аксессуаров.

Штативы «Крепыш-2»

в комплекте и отдельными узлами.

Тел.: (8432) 99-00-78
многоканальный;
e-mail: info@ecopharm.ru
www.ecopharm.ru



420029, Казань, Сибирский тракт, 34, а/я 193



**24 октября
2003 года**

**в Большом концертном зале
Президиума РАН состоится
торжественный вечер,
посвященный 10-тилетию**

**ChemBridge
Corporation**

Вход

**по приглашительным
билетам**

Тел.: (095) 775-08-54, 246-48-11.
Факс: (095) 956-49-48.
chembridge@online.ru
119048 Москва, А/Я 424

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

Ксения Удалова поехала на дачу к Малютке Скуратовой, школьной подруге. Москвичу или человеку из иного мегаполиса может показаться смешным, что гусярцы, жители такого небольшого городка, заводят дачи.

А ведь еще лет сорок назад на баржеремонтном предприятии и в горсовете стали выделять садовые участки. В то время дачи были ничтожными, мелкими, а садовые участки давали никакие урожаи.

В наши дни все изменилось.

Садовые участки — шесть соток — украсили могучие яблони и сливы, а домики большей частью покосились. Зато ближе в Великому Гусляру новые гусярцы построили себе ряд коттеджей. Для неосведомленных: коттедж — это трехэтажная крепость из красного кирпича с бойницами на первых двух, с солариями на третьем, гаражом и сауной в подвалах и подземным ходом в лес.

У Малютки, женщины крупной, за что ее еще во втором классе прозвали так уменьшительно, дача была первого поколения — то есть финский домик из отходов производства. Зато поспели в большом количестве яблоки, мелкие и кислые, на базар не отвезешь — никто не купит, но друзьям и родственникам можно подарить.

Сначала ее дочка с зятем собирали-собирали — не собрали, потом жена первого мужа с детьми собирала — не собрала, вот и наступила очередь Ксении Удаловой. Потому что если не собрать, то пойдут яблоки под снег.

Ксения чувствовала себя обязанной Малютке, привезла с собой колбасы, кекса, пива в бутылках — по стоимости куда больше, чем все яблоки скуратовского сада.

Сам сбор фруктов разочаровал: яблоки были червивыми, побитыми (те, которые упали) и поклеванными птицами (которые остались).

Но потом подружки славно посидели, употребили пиво, поболтали о болезнях и внуках, провели время до самой темноты, и тут Ксения спохватилась: последний автобус до Великого Гусляра отходит в двадцать пятьдесят! Не успеешь на него — другого пути в город уже нет. Корнелий сойдет с ума, если жена пропадет на всю ночь, и не столько от ревности, сколько от страха, что ее растерзали какие-нибудь звери. Хотя со зверями вокруг Гусляра туго. Истребили.

Тут еще дождик зарядил — все-таки конец августа, начинаются осенние непогоды.

Малютка делала вид, что готова проводить Ксению до остановки, а Ксения, хоть и хотела бы идти до автобуса не одна, отказалась от проводов, потому что понимала: ей-то потом ехать в автобусе, в тепле и на свету, в коллективе пассажиров, а вот Малютке топать в десятом часу в опасном одиночестве по пустому поселку.

Поцеловались, Малютка проводила подругу до калитки, Ксения уравнивала сумки — обе были килограммов по восемь. Но русской женщине таскать сумки привычно, даже по глинистой дорожке, даже под дождем, даже два километра. Ведь яблоки, хоть и дрянь, но бесплатные, можно и на варенье пустить, и на сок, и на компот.

Ксения шла под дождем и жалела, что не взяла с собой зонтик. Но в какой руке зонтик нести? В третьей?.. Она все надеялась на попутку, однако до самой шоссе попутки не появилось — разъехались уже дачники.

Идти было утомительно, и Ксения несколько раз останавливалась, чтобы перевести дух, тем более руки оттянула.

Половину пути она прошла. Повернула за угол — теперь оставалась одна улица, но длинная, и почти все фонари побиты. И зачем люди бьют фонари?

Сзади послышались шаги.

Это были шаги как во сне, в кошмаре. Будто чувствуешь, что кто-то тебя догоняет, чтобы задушить, и хочется верить, что это лишь твое воображение... а шаги все ближе!

Ксения пошла быстрее. Под ногами скользило, хлюпало, когда сапог падал в лужу.

Надо бы обернуться и увидеть, что следом семенит всего лишь беззаботная старушка, но повернуть голову — выше твоих сил.

Ксения ускорила шаги, а шаги сзади, как привязанные, тоже застучали чаще. Только бы не сбиться на бег, подумала, но дыхание уже рвалось из груди так, что стало ясно: стоит побежать, и сердце разорвется.

Шаги приближались. Неотвратно.

Ксения потеряла равновесие, схватилась за острую верхушку штакетника, и калитка на заросший участок, над которой тяжело нависали грозди спелой рябины, растворилась, приглашая Ксению спрятаться там, как яблоня из сказки.

Ксения без ГОЛОВЫ

Кир Булычев





Художник Е. Станикова



ФАНТАСТИКА

Ксения послушалась.

Усыпанная листьями тропинка, что вела к даче, отражала свет одинокого фонаря, светившего над верандой.

Сейчас подожду здесь, сказала себе Ксения, он пройдет мимо, и я пойду себе спокойно...

Ах, как устроен человек! В нем существует не одна, нет, не одна, а по крайней мере три-четыре успокоительные системы. Надо только отыскать зацепку для успокоения. А для этого человеку дано воображение. Оно выстроит схему или нарисует картину, куда более убедительную, чем сама жизнь...

И когда, уже дойдя до чужой веранды, Ксения услышала, как скрипнула калитка (это входящий человек толкнул ее, полуоткрытую, плечом), у нее подкосились ноги. От полной неожиданности.

Не могло этого быть! Ведь самый худший вариант мы не рассматриваем — у нас есть целый ряд утешительных картин!

Он обозначился темным силуэтом. И в этом силуэте, в движениях, в постановке плеч, наклоне кепки, прижавшей голову, в хромоте, как у бродячей собаки, была такая слепая, безжалостная угроза, что Ксении захотелось одного: сжаться в комочек, уползти в кусты орешника за углом домика и проснуться только утром, под солнцем, проснуться от детских голосов и птичьего щебета.

Ксения кинулась в кусты. А преследователь не стал ломиться за ней следом. словно бывал здесь не раз, он взял правее и пошел узкой тропинкой так, чтобы перехватить Ксению.

К счастью — а то бы умерла от страха, — Ксения не знала, что в руке у преследователя тяжелая палка.

Чуть не столкнувшись с ним, Ксения увидела слева приоткрытое окно — кажется, жильцы еще не покинули свой дом и в этот вечер, возможно, пошли в гости к соседям.

Пожилая, грузная, малоподвижная, Ксения ни за что бы не смогла влезть в окно, открытое на уровне груди. Но это в обыденной жизни. А тут — нога на кирпичную завалинку, животом о подоконник и головой вниз. Так — через окно — и ввалилась в комнату, ударившись о ножку кровати.

Тут было темно, но сразу стало еще темнее: силуэт преследователя закрыл просвет окна.

На четвереньках (чтобы подняться, уже нет ни сил, ни времени), Ксения двинулась к двери в соседнюю комнату. Глаза уже совсем привыкли к темноте, и она все видела как кошка.

Бух! Это преследователь влез в окно и направился следом за Ксенией. Он явно не спешил: знал, видно, что из следующей комнаты выхода нет. Тут Ксения вскочила на ноги и кинулась к окну, но оно оказалось заперто.

Вот он стоит в двери и лениво поводит головой, высматривая Ксению. И еще бормочет себе под нос:

— Ну где этот долбаный выключатель — что я, шарить должен?

И тут Ксения поняла: жизнь ее кончилась. По его голосу поняла: кончилась.

Вспыхнул свет (лампочка под бумажным абажуром) — такой яркий, что Ксения зажмурилась. А потом встретилась взглядом с тяжелыми тупыми глазами убийцы.

Он глядел на Ксению, но, казалось, ее не видел. Или действительно не видел. Посмотрел в угол комнаты, затем, пройдясь пару метров, за шкаф... И Ксения инстинктивно поняла: случилось чудо! И чтобы оно продержалось еще немного времени, не лопнув как воздушный шарик, ей надо быть неподвижной и неслышной.

— Где ты, зараза?.. Куда... — он шагнул к окну и стал дергать шпингалет, — куда проскочила?

Он дошел до двери, потом одним прыжком развернулся. Ксения уже успела разглядеть его: плотная, приземистая скотина, бритая голова, низкий лоб. И глаза — будто пробуравленные, чтобы стрелять из них, как из пистолетов.

Точно разочарованный лев, упустивший антилопу, он стал шуровать по комнатам, открывал ящики комода, отодвигал кровати. Но жертвы нигде не было.

Ксения стояла почти не дыша. Она ждала. Потому что затеплилась необъяснимая надежда: он скоро уйдет. Он ее не видит.

Словно она и вправду стала невидимая.

2

Проклина Ксению, будто она его жестоко обидела, и поколотив на кухне посуду, бандит наконец ушел. Всё, тишина!

Вскоре Ксения потушила свет, села на продавленный диван и стала дрожать — из нее все тепло вышло. Потом, даже не думая, что делает, взяла плед, лежавший рядом, развернула его, накрылась им, подобрала ноги в сапогах, задремала. И сколько длилось забытие, она не знала.

Потом ее как ударило! За дверью послышался шум.

Ксения присела и так оставалась, будто завороженная.

— У нас гости были, — пропел детский голос.

— Кто не запер, когда уходили? — возмутился мужской голос.

— Ты же и не запер! — ответил женский голос.

В передней комнате зажегся свет. Потом ребенок зажег свет в комнате, где на диване, как истукан, сидела Ксения.

— Смотри, мама! — крикнул ребенок. — Яблоки!

Ксения проследила за его взглядом и увидела, что одна из ее сумок с яблоками лежит посреди комнаты. Часть яблок высыпалась на пол.

— Не только гости, но и подарки, — засмеялся отец.

— Яблоки плохие, — сказала мать, — у нас лучше.

Они говорили, спорили. Они стояли в двух метрах от Ксении и нарочно ее не замечали. Словно хитрили.

Тут уж ей стало совсем неловко. Она поднялась с дивана. Диван закрипел. Хозяева, как по команде, повернулись к нему.

— Что это? — насторожилась мать.

Ей не ответили.

Теперь Ксения выпрямилась. Сразу скрипнули половицы.

— Кто здесь? — спросил отец.

Ксения устала трепетать. Как только она заметила просвет между членами семейства, то тут же кинулась вперед.

Конечно, они почувствовали движение воздуха и в удивлении обернулись. Но почему-то Ксению не увидели.

Она выбежала наружу, под дождь, в темноту. Никто ее не преследовал.

Зря, подумала, не взяла сумку! Не столько яблок жалко, как сумки, почти новой... И, переваливаясь как утка, побежала. А шагов через двадцать натолкнулась на свою вторую сумку с яблоками, совсем плохонькую.

При страшном невезении, бывает, и везет.

Ксения подняла сумку и торопливо засеменила к автобусной остановке. Сеял дождь, и она промокла как цуцик.

Последний автобус, если верить расписанию, уже ушел. Но — опять везение: как раз тут он и появился, сверкая теплыми огнями, уютный и большой. Номер 45, «Пьяный Бор — Великий Гусляр».

Автобус притормозил, но тут же снова стал набирать скорость. Ксения кинулась за ним и на бегу замолотила в дверь. Видно, водитель Ксению не заметил, однако на стук среагировал.

Она поднялась по ступенькам, втащила за собой сумку.

— Спасибо! — крикнула водителю.

В автобусе — только парочка целующихся подростков. Сначала они на Ксению и не посмотрели, но потом парень сказал:

— Ну и дела! Тетка без головы.

Ксения уселась, а парочка вновь принялась целоваться...

Такое стечение обстоятельств — дождь, темнота, почти пустой автобус — и привело к тому, что Ксения до самого дома не догадывалась, что стала невидимой. Представляете: раза три за дорогу она посмотрела на часы, часы были на невидимой руке, но Ксения их видела, а отсутствия руки не замечала. Так и доехала до Гусляра.

3

Невидимая Ксения спокойно дошла по ночному Гусляру до своего дома, и если ей встретились два-три обывателя, то они не удивились ее внешнему виду — начисто отсутствовала лишь голова. Но когда она подходила к своему подъезду, к нему же подходил сварливый старик Ложкин, который гулял с собачкой Пушком, беспородным истериком.

Именно эта собачонка и подняла страшный шум, когда увидела, что Ксения явилась домой без головы.

Ложкин не стал собаку одергивать, так как считал ее умной и сторожевой, а сторожить, по его понятию, означало «подавать сигналы по инстанциям».

Сам же он видел плохо, поскольку страдал редкой в наши дни болезнью — куриной слепотой.

Он решил было, что это, верно, не Ксения, а кто-то воровской специальности. Лезет, замаскировавшись.

— Ты куда! — начал кричать. — Ты чего по нашим сараям лазишь?

На шум открылось окно на втором этаже. У этого окна уже давно сидел Корнелий Иванович Удалов, супруг Ксении, который сильно переживал, куда делась благоверная.

— Чего там? — подал голос сверху. — Это ты, Ксюша?

Ответить Ксения не смогла, потому что Ложкин стал оттеснять ее от дома, защищая собственность. Собачка продолжала истерично лаять. Удалов пытался понять, что там, внизу, происходит. И тут из подъезда выскочил профессор Лев Христофорович Минц — в атласном халате, подарке магараджи Вайсуробада, которого Минц избавил от тараканов. Профессор уже давно временно поселился в Великий Гусляр, чтобы в тишине и покое ставить опыты и совершать гениальные открытия. Хотя надо сказать, что ни покоя, ни тишины он тут не нашел.

Итак, выскочив из подъезда на крики и лай, Лев Христофорович увидел Ксению Удалову без головы и кистей рук, Ложкина с собачонкой и Удалова, пытающегося прыгнуть со второго этажа.

— Спокойно! — сразу оценил ситуацию профессор, которому приходилось наблюдать людей в самых различных обличьях. — Ксения, советую вам немедленно идти домой и лечь спать.

— Я только сначала душ приму, — ответила Ксения, — а то простужусь. Окоченела вся.

Даже испытанному жизнью Льву Христофоровичу было нелегко слышать голос, который возникал из некой глубины — то есть там, где кончалось тело Ксении Удаловой.

— А ты, Корнелий, — приказал профессор ее мужу, — немедленно, не глядя на Ксению, спускайся ко мне, поговорить надо.

— Ну я пошла? — спросила Ксения.

— Завтра в восемь утра быть у меня! — велел Минц.

А Ложкин тем временем крикнул:

— Так дело не пойдет! Я сейчас милицию вызову.

— Не вызовешь, — спокойно возразил Минц. — Тебе спать пора: врачи прописали.

И тогда во дворе воцарился покой.

Но вскоре, уже дома, вскрикнул Корнелий Иванович: на плохо освещенной лестнице он увидел свою жену без головы. Однако усталая Ксения на то не прореагировала — мало ли из-за чего кричит ее муж! Он уж скоро пятьдесят лет кричит. И прошла в квартиру.

— Что с ней случилось? — спросил Удалов Минца. — Ей оторвало голову? Это не опасно?

— Голова на месте. Но невидимая! — прошептал профессор. — Теперь так: остороженько, чтобы не травмировать жену, загляни в ванную, проверь вся ли Ксения невидимая или только частями. Понял?

— Как не понять!

— Кажется, она в каком-то шоке и потому сама не понимает, в чем ее беда... Если к утру не придет в себя, будем искать пути к излечению.

— Думаешь, опасно?

— Я тебе не отвечу, друг, пока не догадаюсь, чем же вызвано это заболевание. Иди домой, загляни в ванную, а потом тихонько ложись спать и делай вид, что ничего не произошло.

И в этот момент страшный, пронзительный, подобный воплю смертельно раненой серны, крик потряс ночной Великий Гусляр. Замолк оркестр на эстраде городского парка, перестали целоваться влюбленные, взлетели стаи заснувших было ворон, заверещали, будто в

икоте, сторожевые сигналки иномарок. Это Ксения Удалова, войдя к себе домой, мимоходом посмотрела в зеркало и ужаснулась: головы на привычном месте не было!

Нет, не удалось дотянуть до утра.

Удалов подхватил рыдающую жену и увлек ее в квартиру Минца, в его кабинет.

4

— Значит, он шел за тобой? — повторил Минц за соседкой.

— Шел и молчал.

— И если ты быстрее, то и он быстрее?

— А еще дождь ледяной, буквально ледяной.

— И что ты испытывала?

— Как что? Ужас испытывала.

— Как во сне? Как кошмар?

— Во сне — это еще детские штучки. Хуже! Я думала, что умираю.

Что уже умерла, безвозвратно.

— А когда увидела...

— Он был такой... как я и боялась! Именно такой. Человек-смерть.

— И ты поняла...

— В тот момент мне некуда было бежать: ни щелочки, ни окошечка, ни дырочки — ничего. Дверь одна, а он на меня от двери идет. Свет зажег и идет.

Удалов всхлипнул — он переживал за жену. Но Минц вел себя совсем иначе:

— Великолепно! Исключительно! О таком можно только мечтать! Я всегда утверждал и пытался вколотить эту свою мысль в головы оксфордских так называемых мудрецов, что организм при достижении определенного уровня страха уходит в мир эскапизма.

— Чего-чего? — не поняла Ксения. Она была напугана, подавлена и очень хотела спать.

Минц продолжал:

— Психологически затравленный индивидуум убегает от действительности. Чтобы спастись. Он может перелететь в другую точку времени или пространства, он может, оказывается, стать невидимым. Это же открытие века! Мы с тобой, Ксения, наверное, прославимся.

— А можно мне вернуться обратно в свой прежний вид? — робко спросила Ксения.

— Зачем это тебе?

— Завтра у внука в детском садике День примирения и согласия.

— Обойдутся, — сказал Минц. — Несовместимые по важности события. И прошу тебя, Ксения, не выступать!

— Слушай, Лев, — подал голос Удалов, — а когда это пройдет?

— Пройдет, пройдет, не беспокойся. Но в наших интересах сделать так, чтобы прошло не очень скоро.

— Ой, почему? — испугалась Ксения.

— Потому, что мы должны тебя замерить, все вычислить и, главное, понять, что же такое невидимость.

— И что это такое?

— Вот это нам и нужно выяснить. А если повезет и природа подарит нам день-другой, то надо будет выделить в тебе чистое вещество. Скажем, НЕВИДИМЫЙ.

— Во мне нечистых вещей не бывает! — горячо откликнулась Ксения. И потом поинтересовалась: — А можно без анализов обойтись? Уж очень я утомилась.

— Можно, но не нужно, — ответил профессор. — Мы несем ответственность перед наукой. Сейчас сделаем анализ крови, и пойдешь баиньки.

Ксения вздохнула и позволила Льву Христофоровичу взять кровь из вены и из трех пальцев по очереди. Потом она побрела спать, а Минц, конечно же, остался у центрифуги и электронного микроскопа. И не сомкнул глаз до самого утра.

5

Супруги поднялись к себе в квартиру, Ксения стала раздеваться перед сном, и тут Корнелий возблагодарил судьбу за то, что остальные члены семьи уже спят. Зрелище было не для слабонервных.

Рубашка гуляла при свете ночника до тех пор, пока Ксения, со свойственным женщинам легкомыслием, не уселась на табуреточку у туалета, чтобы перед сном помазать себя увлажняющим кремом. Уселась, глянула в зеркало, и тут пальцы ее ослабли. Она переползла к постели и на ходу тихо завывала:

— Гаси свет, гаси свет, негодяй! Прекрати издеваться над женщиной.

В темноте стало полегче. А когда зашла луна, то стало совсем хо-рошо. И спали они подобно небесным созданиям, пока их не разбудили утренние птицы. Тут все началось снова.

За ночь Ксения забыла о своем недостатке. Спокойно отправилась в ванную, из которой в этот момент выходил ее внук, Максимка-младший.

Внук увидел бабушкин халат в розочках, который плыл по воздуху сам по себе и напевал песню из бабушкиного детства:

Нас утро встречает прохладой,

нас блеском встречает река.

Кудрявая, что ж ты не рада

веселому пенью гудка?

— Мама! — крикнул внук и зарыдал. — Бабуся голову потеряла! И ноги тоже!

— Голову твоя бабуся давно потеряла, — откликнулась из своей комнаты невестка. — Забыла, что обещала с утра в домовую кухню за кефирчиком сбегать!

Но мальчик продолжал рыдать, поэтому невестке пришлось выйти в коридор, где она и лишилась чувств. В общем, когда Ксения явилась к профессору Минцу лечиться от невидимости, в ее доме царил полная разруха.

Вся закутанная и очкастая, она являла собой зрелище устрашающее.

— Профессор! — заголосила прямо с порога. — Признавайся, я теперь обречена?

— Против каждого яда есть противоядие, — сказал Минц.

Тихонько вошел Удалов и присел на стул в углу.

— Я убежден, — продолжал Минц, подготавливая документацию, — что мы победим эту болезнь.

— Все-таки болезнь? — спросил Удалов.

— Любое ненормальное состояние организма мы зовем болезнью, хотя на самом деле тут вовсе не болезнь. Это защитная реакция. Я убежден, что в отдаленном прошлом, в конце кайнозоя, когда наши еще примитивные предки были беззащитны перед страшными хищниками, эволюция сделала человеку подарок: в момент смертельной опасности он становился невидимым!

— Так чего же он потом снова видимым стал? — спросил Корнелий. — Гулял бы себе!

— Невидимость имеет недостатки, — возразил Лев Христофорович.

— Имеет, — согласилась Ксения. Невидимость ей уже надоела, тем более что пока оставалось неясным, как ее использовать в хозяйстве.

Минц продолжал:

— Мне удалось выделить несколько молекул активного компонента. Сейчас мы поместим его в питательный раствор, и надеюсь, что через несколько дней получим достаточно вещества, чтобы начать работу над антидотом, то есть лекарством от невидимости.

— Ты с ума сошел, Лев Христофорович! — воскликнул Удалов. — На что ты обрекаешь нашу семью?

— Можно подумать, что это я запугал твою жену чуть не до смерти! — обиделся Лев Христофорович. — Если ты мне не доверяешь, то можешь отправить Ксюшу в Москву или даже в Токио.

— А помогут?

— Кто знает! Наука с этим еще не сталкивалась... Но, скорее всего, вокруг этого дела, то есть Ксении, столкнутся интересы крупных финансовых и политических группировок. Ее разберут на атомы и забудут собрать обратно.

— Шантаж! — подвел итог дискуссии Удалов. — Пошли, Ксения, домой. Нет в мире правды!

Минц пожал плечами и крикнул им вслед:

— Вернетесь ко мне — куда вам еще деваться, бедные вы мои!

Но Удаловы его уже не слушали...

Когда в дом приходит горе, то семья, как мелкая человеческая ячейка, зачастую закукливается, отгораживается от внешнего мира и старается пережить беду в изоляции. Так и Удаловы. Даже Минц, считавший себя другом Удалова, не мог понять, что семья ищет спасения в самой себе. Поэтому, проводив взглядом несчастных соседей, он принялся рассуждать далее.

Возможно ли, чтобы всемогущая природа ограничилась только изобретением невидимости для своих беззащитных фаворитов? Или приро-

да придумала что-то еще? Например: жертва, спасаясь от хищника, мгновенно перемещается в пространстве. Скажем, так: пещерный лев или саблезубый тигр кидается на человека, который прижался к стене пещеры, но вдруг жертва исчезает и когти смыкаются в пустоте! А жертва в этот момент уже вкушает дикую редиску в двух километрах от пещеры.

Забавно? Но почему бы природе не пойти и на такой эксперимент?

Теперь стоит задуматься над тем, почему впоследствии человек утерял такие чудесные способности. Пропали ли они совсем или...

Поток плодотворных размышлений профессора был прерван стуком в дверь. Минц давно собирался починить звонок, но руки никак не доходили, потому и крикнул привычно:

— Заходите, всегда открыто!

Корреспондент «Гусярского знамени» Михаил Стендаль, очкастый, сутулый, теперь уже поседевший, но, как всегда, рассеянный, начал с упрека:

— Лев Христофорович! Весь город шумит, а вы — молчок.

— Михаил, я тебя не понимаю! — удивился профессор.

— Страдания Ксении Удаловой — ваша работа?

— Это работа матушки-природы.

— Без шуток, Лев Христофорович! Правда ли, что Ксения Удалова стала невидимой вся или... или только частями тела?

— Спрашивай у нее.

— Она не отвечает.

— М-да, вопрос деликатный, — заметил Минц. А потом понял, что в любом случае феномен Удаловой уже не утаить. И тогда пусть выгоду извлечет Миша Стендаль, а не какие-то приезжие писаки. Эти тут же налетят!

И он доступно разъяснил сотруднику «Гусярского знамени» теорию эволюции человека, с поправками на то, что удалось понять прошедшей ночью:

— Именно способность становиться невидимым позволила неандертальцу или кроманьонцу выжить в тех тяжелых условиях!

Но Мишу Стендаля так легко не проведешь.

— Лев Христофорович, а что же Ксения все ходит и ходит невидимой? — спросил он. — Если так будет продолжаться, то это приведет к трагедии. У нее же нервная система не выдержит. Вот у древних, кажется, было проще: исчез — появился, исчез — появился, и без проблем. А Ксения?

— Может быть... Может быть, тело нашей Ксении не приспособлено к таким превращениям?

Стендаль ушел, торопясь передать в редакцию сенсационный материал, а Минц глубоко задумался.

6

Минц сидел дома и думал, а Ксения, закутанная и в черных очках, сходила в магазин.

Но по городу уже поползли слухи о случившемся с ней несчастье. Люди подходили, пытались заглянуть под очки, тыкали пальцами в ее одежду. И в конце концов внимание народа Ксении надоело. Когда в очереди за детским кефиром какая-то незнакомая старуха принялась уговаривать: «Покажи личико!» — Ксения одним движением сорвала с себя черные очки, платок, развязала шарф и обернула к старухе черным провал вместо головы.

— Убивают! — завопила старуха и кинулась прочь.

В мигом собравшейся толпе сначала посмеялись, а потом стали смотреть на Ксению-без-головы с подозрением: не заразная ли она, а может, это влияние радиации?

— Ну что, нагляделись? — спросила у народа Ксения.

Корнелий Удалов, отправившийся следом за женой в магазин, подошел к Ксении, но не для того чтобы вмешаться, а лишь подстраховывать ее. Ибо взволнованная Ксения опасна в первую очередь самой себе.

А старуха, которая убежала с криками, Удалову не понравилась. Он полагал, что всех старух в городе знает в лицо. Поэтому и пошел за ней сразу.

Тем временем к Ксении протиснулась Ванда Казимировна Савич и сказала: — А я тебя буквально не узнала. Только потом узнала — по пальто. Я всегда считала, что сидит оно на тебе, как на корове седло. Но теперь лица нет — и проблемы с одеждой у тебя тоже нет.

— Давай не будем суетиться, Ванда, — ответила Ксения. — Завидуешь мне, так бы и сказала.

— Это почему я должна завидовать несчастному уроду? — удивилась Ванда Казимировна.

Ксения усмехнулась, обозначив на невидимом лице невидимую улыбку:

— Уроду не уроду, но теперь я в любую заграничную группу могу внедриться. В любой поезд или автобус, даже на любой самолет. Ты денежки выкладываешь, в очереди за визой мучаешься, на пограничном контроле унижаешься, а я, как тень невидимая, проскользну на любые Гавайские острова, поняла?

— Тебя определяют! — возмутилась Ванда Казимировна, но как-то смущенно, потому что Ксения задела чувствительную струну в ее сердце.

С тех пор как рухнула Советская империя и наступила демократия, супруги Савичи открыли для себя иностранный мир. Они побывали в ряде круизов и съездили на автобусе по странам Бенилюкса. В наступающем году планировали Таиланд. Ванде удалось в жизни кое-чего поднакопить, но она слишком верила в незыблемость советских рублей, и, когда рубли растворились в реке истории, положение Савичей пошатнулось. Теперь круизы давались ей как нелегко!

Ванда Казимировна почувствовала, что идея Ксении, рожденная в ходе их сегодняшней дискуссии, вполне плодотворна. Но теперь плоды достанутся не Савичам, а Ксении, которую раньше даже в Париж приником нельзя было выманить!

— Поймают, разоблачат! — продолжала свое Ванда Казимировна, шагая рядом с товаркой.

А Ксения, нанеся сокрушительный удар по самолюбию Ванды, успокоилась и сказала вполне добро:

— Ты не расстраивайся. Лев Христофорович у меня анализ крови взял, хочет вывести невидимое вещество, и тогда его будут в аптеках продавать.

— Чепуха! — откликнулась Ванда. — Такого вещества быть не может.

— Почему это?

— Потому, что тогда каждый террорист, любой Бен Ладен, сможет невидимость в аптеке купить, и наступит гибель всему человечеству.

— Это как?

— А так! Он в Кремль войдет, как к себе домой, дверь в кабинет президента ногой откроет.

— Ты что такое несешь? Замолчи сейчас же! — Ксения даже перепугалась, будто это она подвергла опасности жизнь президента нашей державы.

— То-то! — Ванда почувствовала, что взяла реванш. — Отказываешься от своих слов?

— Конечно, конечно!

Ксения была готова даже все покупки отдать Ванде. Ведь в ней жила неистребимая боязливость и нежелание связываться с властью. Но как отказаться от обсуждения самого события — ее невидимости? Тем более когда уже весь город об этом трезвонит.

Но трезвонил не только город.

Затрезвонил телефон в кабинете директора ЦРУ, то есть американского разведывательного управления, которое так гордится тем, что ему известно все — ну, может быть, за исключением того, что еще не успело случиться.

Незнакомая нам старуха, которую даже Удалов не знал в лицо, нырнула в глубокий овраг за Речным техникумом и вытащила из кармана мобильник.

Движения ее стали резкими, уже сугубо мужскими, но осторожными. Слова же, тем более сказанные на английском языке, еле-еле долетали до слуха Корнелия Удалова. Но он был горд: все же выследил подозрительную старуху!

7

Как обидно устроена жизнь, подумал Удалов! Раньше, в годы молодости, мы все верили в шпионов, выслеживали их и подозревали всех вокруг. Но тогда, как теперь стало понятно, шпионы жили только в нашем воображении, а военные тайны мы берегли для того, чтобы холодные враги не догадались, как мы от них отстали.

Теперь же, продолжал размышлять Удалов, я вижу настоящего американского шпиона, и он докладывает своему начальству о настоящем секрете. Что делать? Бежать в районную милицию, раз наш отдел ФСБ до конца месяца закрыт на учет? В милиции ведь сочувствия не дождешься! В лучшем случае отыщется шустрик, который постарается внедриться в американскую сеть, чтобы и ему что-то от щедрот противника перепало.

Но Удалов был не из тех, кто капитулирует.

— Эй! — крикнул он с обрыва. — Прекратите связь!
— Экскюз ми, — быстро проговорил шпион в трубку, — дзереиз интерфиренс. — Потом он посмотрел на Удалова и спокойно спросил: — Вы ко мне?

Удалов кивнул:

— Именно! Не вмешивайтесь в наши внутренние дела! Отстаньте, наконец!

— Это не ваше внутреннее дело, — почти без акцента ответил шпион. — Это проблема всего человечества, и вы, Корнелий Семенович, отлично об этом осведомлены.

— Я — Иванович.

— Простите, компьютер ошибся.

Шпион вскарабкался на верхушку обрыва и присел рядом с Удаловым на поваленное дерево.

— Войдите в мое положение, — начал он. — Я готовлюсь к зимней сессии в Академии языка и литературы восемнадцатого века, и вдруг — вот буквально час назад — мне приказывают из Вашингтона лететь сюда. В Богом забытый городишко на краю северной тайги! Зачем? Мне сообщают: там открыли невидимость. Проверь и пресеки, но, конечно, лучше бы купить. Много не обещаю — русские так мало зарабатывают, что у них каждый доллар на счету... Конечно, я не поверил про невидимость, но вертолет, зафрахтованный совершенно официально, уже ждал меня у дверей общежития. Закурить не найдется?

Шпион снял маску старухи, и под ней оказалось милое интеллигентное лицо литературоведа в очках.

— Невидимость — это моя жена, — сказал Удалов.

— Сочувствую, — вздохнул шпион. — Потому что спокойная жизнь у вас кончилась. Мы работаем оперативно, но это не значит, что ваше ФСБ не спохватится и через полчаса не увезет вашу жену в концлагерь.

— Времена не те.

— Времена всегда те. Когда речь идет о безопасности государства. Я бы на вашем месте эвакуировал жену подальше.

— У меня вся надежда на профессора Минца, — честно признал Удалов. — Это мой друг.

— Как же, как же, он у меня есть в разработке. Гений вчерашних дней, опасности для мира уже не представляет.

— Это как сказать.

— У нас свежие данные.

Удалов уже был готов сказать шпиону о том, что не сегодня-завтра Минц выделит чистое вещество невидимости и заодно вернет Ксению в вещественное состояние, но тут спохватился. Все-таки чужой человек, еще сделает Ксюше какую-нибудь гадость! Понятно: какое им там, в США, дело до переживаний простого русского человека?

— И что вам еще сообщили из Вашингтона? — спросил Удалов, чтобы переменить тему беседы.

— Там встревожены. В любой момент этот секрет может попасть в руки террористов. Тревога в Вашингтоне была бы не так велика, если бы невидимость открыли в Швейцарии или Чехии, где существуют нормы морали.

— А у нас что, морали не существует?

— У отдельных лиц она есть, но лишь по отношению к близким. За пределами семьи мораль продается и покупается.

— Ну это вы слишком! — обиделся Удалов. — Русский народ издавна известен своим бескорытием, открытостью природы, честностью и отзывчивостью.

Шпион смотрел на Удалова так странно, что тому расхотелось продолжать, и он замолчал. А шпион заговорил:

— Ну, Удалов, даешь! Как будто из советских времен вывалился без перемен... Я помню, как в мои юные годы, на закате Советской империи, наши таможенники обычно не досматривали вашего брата, потому что знали: русские ничего дурного провезти не посмеют. Вы гордились своей невинностью, потому что с детской колыбели до гроба были перманентно напуганы. Вы отлично умели воровать внутри страны, но извне оказывались как бы во враждебном вакууме, под микроскопом. Вы ждали провокаций и старались остаться хрустально чистыми, чтобы вас снова удостоили права съездить за рубеж и привезти оттуда шмотки или проигрыватель. Когда же удерживающие инстанции приказали долго жить, к нам кинулся непуганый народ. А непуганый русский хуже гунна. Он может пройти по миру с саблей и при этом еще посмеет кричать, что он честный, благородный и готов отдать последнюю рубашку.



ФАНТАСТИКА

Не то чтобы Удалов внутренне возражал шпиону, но слушать такое от чужестранца неприятно. В своем кругу, среди друзей-соотечественников, Корнелий Иванович мог бы выступить куда категоричнее и суше.

А шпион все продолжал:

— Я могу предположить, как будут развиваться события дальше. Сначала на это нежданное открытие постарается наложить лапу мелкая доморощенная мафия. Воришки, которым захочется безнаказанно лазить по квартирам. Затем появятся акулы покрупнее, а за их спинами будут маячить организации вроде моей. И тогда произойдет крушение обыденных законов жизни. Окажется, что никакой интимности в человеческих отношениях уже нет. Разве будет не любопытно присутствовать — за умеренное вознаграждение, конечно, — при первой брачной ночи топ-модели или какой-нибудь вашей подружки?

— Можно и запереться, — неуверенно возразил Удалов. — На задвижку.

— Кто сможет, а кто и нет. Зато выследить неверную жену станет проще простого. И возникнет могучий бизнес — бизнес подглядывания.

— Зато появятся и средства обороны, — опять возразил Удалов. — Например, спреи. Ты заподозрил неладное — сразу нажимаешь на кнопку, и под слоем краски невидимость оказывается фикцией.

— Надо еще заподозрить! — усмехнулся шпион. — А то забрызгаешь весь гостиничный номер — вовек не расплатишься!

Удалов с печалью поглядел на молодого человека в очках и произнес голосом умудренного жизнью пенсионера:

— А ведь мы с вами обсуждаем пустяки, частности. Главное — приведет ли это открытие к войне? Или наоборот, подтолкнет человечество к миру?

— С одной стороны... — промолвил шпион. Помолчал и добавил: — Но с другой...

— А я думаю так, — заговорил Удалов твердо, — в общем и целом добра ждать не приходится. Ведь любое великое изобретение, которое вроде бы должно было облагодетьствовать человечество, превращалось в бедствие, по крайней мере поначалу.

— Смотри в чьих руках, — покачал головой шпион. — Ну я пошел, надо докладывать в ЦРУ, а то еще, не дай Бог, выследят меня ваши контрразведчики, и не видать мне магистерской... э, по-вашему, кандидатской диссертации.

Он раскланялся и пошел прочь.

Удалов глядел ему вслед, и было ему грустно. Все угрожает человечеству!

Тут над обрывом появились два человека в серых пальто. Один из них показал шпиону красную книжечку. Шпион принялся нервно протирать очки.

«Попался, голубчик!» — сказал про себя Удалов, поднялся и пошел в другую сторону. Ему не хотелось выступать свидетелем.

Окончание следует

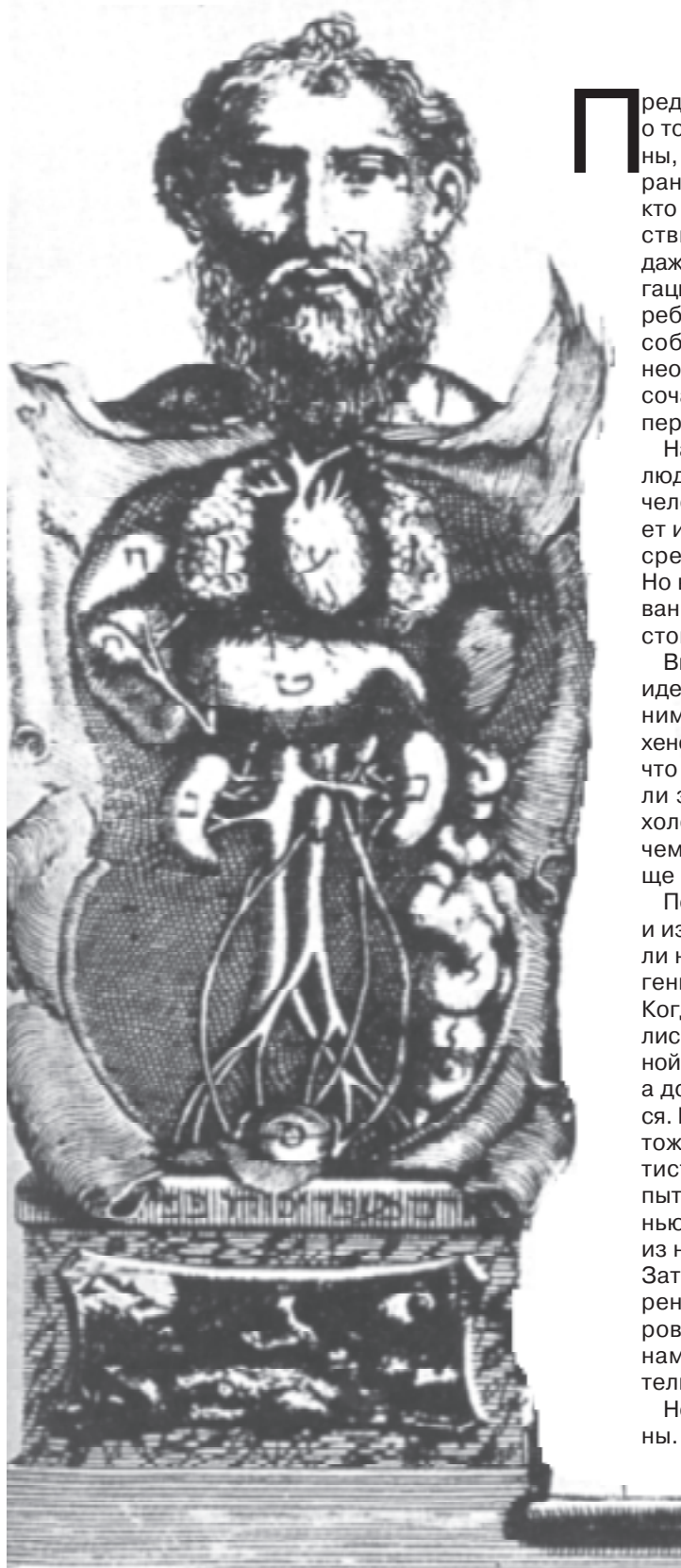


Познающий себя

О, есть нечто чудесное, нечто великолепное в науках! Да славится, вовеки славится тот благородный муж, который изобрел их. — Насколько прекраснее, насколько полезнее сие изобретение, чем выдумка того монаха, который первым стал изготавливать порох

Э.Т.А.Гофман.

Житейские воззрения Кота Мурра



Представления образованных личностей о назначении наук и о том, что, собственно, можно назвать этим словом, различны, но всякий согласится с тем, что почти любая дисциплина рано или поздно соприкасается с реальной жизнью. Того, кто первым испытывает на себе результат этого взаимодействия, можно с полным правом назвать подопытным. Есть даже профессиональные испытатели (в романе братьев Стругацких «Далекая Радуга» это здоровые, сверхтренированные ребята, постоянно готовые войти в стартовую камеру вместо собаки). Конечно, во многих случаях «подопытным» людям необходимы, помимо прочих качеств, глубокие знания и высочайшая квалификация. Но гораздо чаще от участника эксперимента требуется одно — быть человеком.

Наука не может обойтись без большого числа подопытных людей. Работать с ними гораздо удобнее, чем с животными: человеком можно руководить или спросить его, что он думает и чувствует. И новое лекарство проще опробовать непосредственно на людях, чем на трех видах млекопитающих. Но вместе с тем работа с человеком как объектом исследования создает ученым много проблем. Проблема первая состоит в том, где же взять испытуемых.

Вначале ученые ставили эксперименты на себе: проверяли идеи, прививали болезни и пробовали новые лекарства. Одним из самых колоритных «подопытных» ученых стал мюнхенский профессор Макс Петтенкофер. Профессор не верил, что холеру вызывают микробы, и в подтверждение сей мысли залпом осушил пробирку с весьма ядовитой культурой холерных вибрионов, присланную ему Робертом Кохом. Почему с Петтенкофером после этого научного подвига вообще ничего не случилось, никто до сих пор понять не может.

Постепенно круг энтузиастов науки расширялся. У ученых и изобретателей появились сочувствующие, которые приняли на себя бремя участия в эксперименте. Наш российский гений Илья Ильич Мечников своей жизнью уже не рисковал. Когда он пожелал доказать научному сообществу, что сифилис можно лечить каломельной мазью, то на глазах изумленной публики привил смертельную в то время болезнь не себе, а добровольцу — студенту Мезенову. К счастью, опыт удался. Исследователь желтой лихорадки американец Вальтер Рид тоже работал с добровольцами, потому что нуждался в статистике, а животных этой лихорадкой заразить нельзя. Испытатели Рида сознательно готовы были пожертвовать жизнью ради блага человечества. И действительно, некоторые из них умерли, а другие на всю жизнь остались инвалидами. Зато когда люди убедились в том, что желтую лихорадку переносят комары, осушили болота и уничтожили всех комаров в очагах инфекции, они смогли наконец достроить Панамский канал — до этого рабочие и инженеры на строительстве умирали от лихорадки тысячами.

Незаменимая когорта здоровых испытуемых — спортсмены. Их используют при проведении исследований в области



физических нагрузок. Спортсмены подходят для этой роли как нельзя лучше: они дисциплинированы, привыкли выполнять упражнения с максимальной нагрузкой (для трудовых процессов такая самоотдача не характерна), причем воспроизводить их с совершенной точностью и сколько понадобится. Излюбленным объектом физиологов и психологов стала безответная учащаяся молодежь: студенты, школьники, воспитанники детских садов. Эта категория подопытных принимает участие в экспериментах как бы добровольно, но трудно отказать преподавателю, который непосредственно перед экзаменом пожелает измерить давление и пульс студента и попросит заполнить небольшую анкету. Учащиеся — невольные участники педагогических экспериментов. Уж в этой области практически каждый гражданин России стал жертвой науки (тех, кто сомневается в том, что педагогика — это тоже наука, отсылаем к началу статьи).

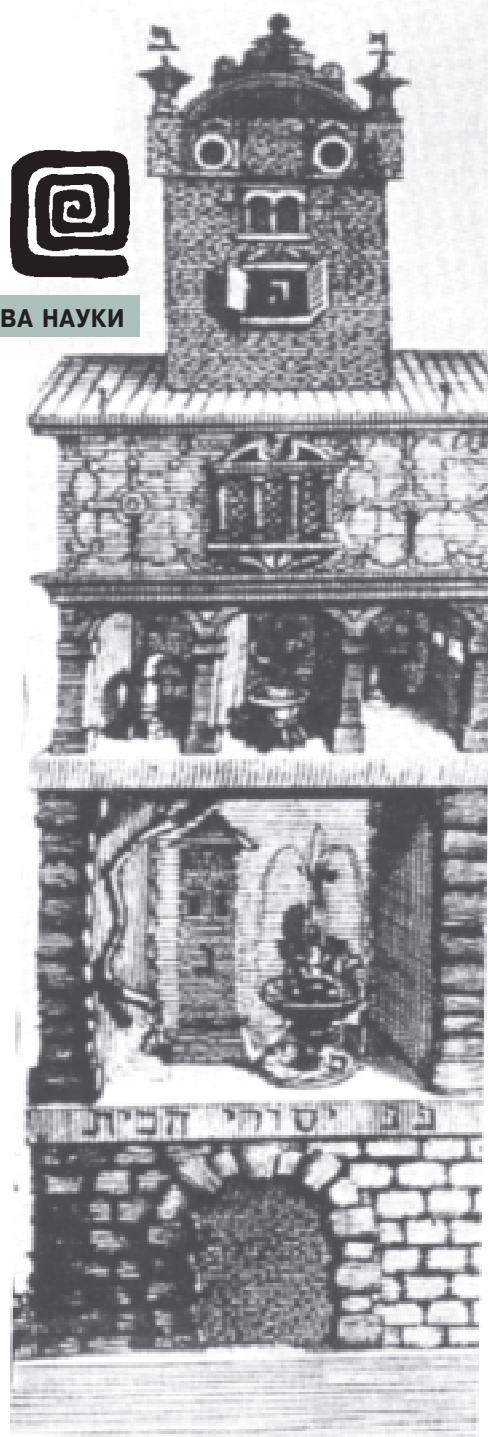
Некоторые люди становятся подопытными от безысходности — им просто нечего терять. Мы знаем имя одного из первых «безнадежных» добровольцев. Это девятилетний мальчик Иозеф Мейстер, укушенный бешеной собакой. Его ожидала мучительная смерть, но мать привела ребенка к Пастеру, и мальчик стал первым человеком, получившим вакцину от бешенства. Это произошло 6 июля 1885 года. Мальчик не заболел, и тогда к Пастеру повалили укушенные со всех концов света, даже из России — таким образом первая антирабическая вакцина прошла клинические испытания.

До сих пор согласны рисковать тяжело или смертельно больные люди, для которых опасность, связанная с новым методом лечения, меньше, чем вероятность смерти от самого заболевания, например от рака на поздней стадии развития. Но все же, когда такие больные умирают, это производит тяжелое впечатление. В 1999 году в Пенсильванском университете в США умер восемнадцатилетний юноша, которого методом генной терапии лечили от недостаточности по

гену орнитинтрансаминазы. Через несколько часов после введения генной конструкции у больного поднялась температура, наступил общий тромбоз сосудов, и вскоре он скончался. Некоторое время спустя исследователи установили, что причиной несчастья было медицинское осложнение неизвестной природы, а не специфическое последствие генной терапии, но все равно общественность, в том числе и научная, была шокирована. Подобные потрясения способны надолго заморозить исследования в какой-нибудь области науки, и это еще одна проблема, с которой сталкиваются ученые, работая с людьми. Гибель даже сотен лабораторных животных не вызывает такого эффекта, конечно, если были соблюдены все правила гуманного обращения с ними.

Между прочим, смерть одного человека влечет за собой перемену участи миллионов живых существ. В нашем кишечнике одних энтеробактерий целый килограмм, а еще есть естественная микрофлора других частей тела, простейшие, иногда паразитические черви, микроорганизмы и грибки снаружи. Многие из обитателей вселенной по имени Человек сами представляют собой объект исследований — взять хотя бы знаменитую кишечную палочку. Все это пестрое сообщество, влияющее на состояние организма, стандартизовать невозможно, поэтому статистика в экспериментах на человеке особенно важна.

Еще одна сложность — невероятное разнообразие человечества, не свойственное ни одному из лабораторных животных, за исключением разве что собак. Поразительно широка палитра земных народов, от пигмеев до скандинавов, а у каждого народа существует еще полиморфизм по многим генам. (Кстати, именно этот полиморфизм исследуют участники международной программы «Разнообразие генома человека».) Чтобы составить приблизительный портрет среднестатистического *Homo sapiens* хотя бы на отдельно взятой территории, ученые уделяют



большое внимание вопросам нормы и патологии. Например, их живо интересует, сколько раз в неделю и в какое время суток должен срабатывать кишечник, как с возрастом меняется восприятие мира, когда ребенок начинает предпочитать ту или иную руку и т. п. Они уже многое знают, но каждый день жизнь предлагает им новые задачи. Однако бесконечность познания не останавливает, а только возбуждает неуемную любознательность человека — творца науки и главной ее жертвы.

Наталья Резник



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Пассивное курение безвредно?

Американские ученые утверждают, что пассивное курение не наносит человеческому организму ощутимого вреда.

Джеймс Энстром из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе и его коллега Джеффри Кабат из Университета штата Нью-Йорк в Стони Брук проанализировали данные о состоянии здоровья 118 тысяч калифорнийцев за 39 лет и пришли к выводу, что, например, в семьях, где есть курильщик, его некурящая половина заболевает раком легких или подвергается сердечно-сосудистым заболеваниям ничуть не чаще, чем в домах, где не курят. В связи с этим авторы задаются резонным вопросом: имеет ли смысл запрет на курение в общественных местах? «По-моему, утверждение о том, что подобные запреты спасают людям жизнь, чрезмерно», — говорит Энстром (по сообщению агентства «Nature News Service» от 16 мая 2003 г.).

Многие ученые, однако, не согласны с полученными данными. В частности, они обращают внимание на то, что измерить вред, наносимый пассивным курением, чрезвычайно трудно. Для любителей табачных изделий существуют четко выверенные показатели — например, количество сигарет, выкуренных за день. Сколько за тот же период времени вдохнул «отравляющих веществ» некурильщик, подсчитать практически невозможно. Вероятно, именно поэтому и результаты некоторых других исследований тоже говорят о том, что «вторичное» курение вполне безвредно.

Тем не менее если сложить вместе показатели, полученные разными способами, то есть провести мегаанализ, окажется, что пассивное курение на 20–30% увеличивает риск заболевания раком легких или сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Некоторые противники Энстрома и Кабата уверены, что столь оптимистичные результаты — заслуга производителей табачных изделий, которые финансировали эту работу.

Е. Сутоцкая

Пишут, что...



...Х.Шон (Schon) и его коллеги из Белловских лабораторий фирмы «Lucent Technologies», обвиненные в фальсификации данных, признали недействительными семь своих статей, опубликованных в «Nature» в 2000–2001 гг. («Nature», 2003, т.422, с.92)...

...с момента открытия высокотемпературной сверхпроводимости в 1986 году об исследованиях этого феномена уже опубликовано более 100 000 статей («Physics World», 2003, № 4, с.41)...

...в мире ведутся работы по созданию рентгеновских лазеров на свободных электронах, которые будут излучать когерентные пучки света с длиной волны порядка одного ангстрема («Физика плазмы», 2003, № 3, с.231)...

...российские физики разработали теорию термоядерного синтеза, основанного на облучении больших кластеров иодистого дейтерия фемтосекундными лазерными импульсами («Ядерная физика», 2003, № 4, с.640)...

...использование лазерных импульсов большой интенсивности позволяет производить напыление тонких пленок не в вакууме, а в воздухе («Квантовая электроника», 2003, № 3, с.191)...

...в Нижегородском университете получен новый материал — силицин, представляющий собой тонкие аморфные пленки кремния с линейным расположением атомов («Известия вузов. Электроника», 2003, № 1, с.5)...

...на основе закона сохранения энергии получено дифференциальное уравнение, описывающее изменение со временем массы делящейся клетки («Биофизика», 2003, № 3, с.565)...

...в Институте оптики атмосферы СО РАН разработана экспертная система для автоматизированной идентификации линий в колебательных и вращательных спектрах молекул («Оптика и спектроскопия», 2003, № 4, с.580)...

...Ж.И.Алферов был выбран Нобелевским комитетом из трехсот предложенных кандидатур («Успехи физических наук», 2003, № 5, с.564)...

Пишут, что...



...выдвинута гипотеза, что у человека бывают иммунные расстройства, при которых организм утрачивает толерантность к своей микрофлоре («Физиология человека», 2003, № 2, с.138)...

...при Институте молекулярной биологии им. В.А.Энгельгардта РАН создается центр коллективного пользования биологическими микрочипами («Вестник РАН», 2003, № 3, с.421)...

...психоэмоциональное состояние человека влияет на белковый состав слюны («Биохимия», 2003, № 4, с.502)...

...чернобыльская катастрофа не сыграла заметной роли в изменении глобального фона радиоактивного загрязнения на европейской части России («Экология», 2003, № 2, с.83)...

...количество фосфора в современных реках в полтора-два раза превышает естественный, то есть доантропогенный, уровень («Литология и полезные ископаемые», 2003, № 2, с.127)...

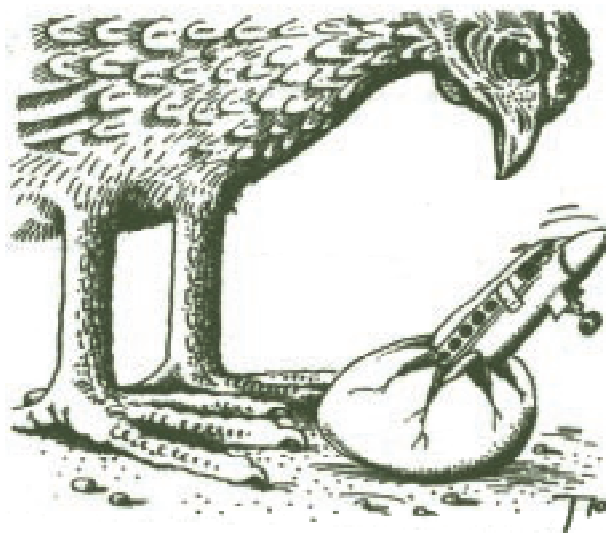
...общий ущерб от природных катастроф за период 1987–1997 гг. во всем мире составил около 700 млрд. долларов («Известия АН. Серия Географическая», 2003, № 2, с.33)...

...первый снимок земной поверхности из космоса с высоты в 120 км был получен в США в 1945 году при помощи немецкой ракеты «Фау-2» («Российская археология», 2003, № 2, с.45)...

...в 1999 году в США было 2,9 млн. научных работников, и на работы американских ученых приходилось 30,1% всех ссылок в области физики и 36,8% — математики («США и Канада: экономика, политика, культура», 2003, № 4, с.125)...

...1998 год был последним, когда в России сокращалась численность научных работников, — затем она стала увеличиваться («Вестник РАН», 2003, № 3, с.207)...

...если раньше главной задачей ученых было получение нового знания, то теперь не менее важным делом стало его представление обществу («Науковедение», 2003, № 1, с.103)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Матери девочек недоедают

Британские исследователи, работавшие в Эфиопии, обнаружили, что питание матери может влиять на пол ребенка.

Сотрудники Университетского колледжа в Лондоне выяснили, что женщины, которые недоедали во время беременности, рожали мальчиков реже, чем те, чей рацион был полноценным. Ученые считают это естественным защитным механизмом, срабатывающим в ситуации нехватки питания. В исследовании впервые ставится вопрос о связи качества питания матери и пола ребенка у людей, поскольку в животном мире подобный феномен встречается достаточно часто. Авторы работы признают, что пока не окончательно ясно, как работает репродуктивная система. «Мы не знаем, что именно определяет судьбу плода, возможно, это происходит на стадии имплантации, вскоре после зачатия, когда зародыш внедряется в слизистую оболочку матки», — говорит доктор Русс Мейс (по сообщению агентства «New Scientist» от 21 мая 2003 г.).

Сама теория формулируется так: женщине требуется больше энергии на то, чтобы выносить мальчика. Кроме того, мальчики чаще девочек погибают в утробе матери, у женщин бывает больше осложнений, когда они их рожают. Таким образом, существует по крайней мере две причины, по которым с эволюционной точки зрения недоедающим женщинам выгоднее вынашивать девочек. Основываясь на теории эволюции, ученые давно предполагали, что питание матери во время беременности должно как-то влиять на вероятность успешного вынашивания мальчика или девочки, но до недавнего времени подтвердить это не удавалось. Больше мальчиков умирает во младенчестве, если плохо питаются, а чахлая мужчины менее привлекательны в качестве потенциальных мужей.

Вероятно, механизм выбора пола в зависимости от питания начинает действовать только во время голода: после зачатия организм женщины, которая плохо питается, каким-то образом отдает предпочтение плоду женского пола.

М. Егорова



ООО «АО РЕАХИМ»

ООО «АО Реахим» основано в 1993 году на базе бывшего В/О «Союзреактив» Министерства химической промышленности.
Наш ассортимент — более 3000 наименований химических реактивов



АННЕ ВЕЛИЧКО, письмо из интернета: *Вы правы, когда микроволновая печь выключена, СВЧ-волн в ней уже нет; но руководства по эксплуатации рекомендуют оставлять продукты в печи на несколько минут после завершения обработки, так как крупное или содержащее много сахара и жиры изделие нагревается внутри сильнее, чем снаружи и нужно время, чтобы тепло распределилось равномерно, — при этом пирожки пропекаются лучше, а сардельки не лопаются.*

А.Б.СПИНКИНУ, Уфа: *Чернокорень и черный корень — два совершенно разных растения: черный корень съедобен и известен в народе под названием «козелец», а чернокорень, напротив, ядовит, но зато может применяться как средство, отпугивающее мышей.*

В.Р.ЧЕРНОВУ, Краснодар: *Стрик, поражающий томаты, — не грибковое, а вирусное заболевание; попробуйте в следующем году посадить томаты в другом месте, а рассаду поливать 0,05%-ным раствором марганцовки (два-три раза с трехнедельными промежутками); если все-таки заметите следы поражения, выбраковывайте такие растения безжалостно.*

А.ТИТОВУ, Санкт-Петербург: *Зеленые водоросли на стенках и в воде аквариума — признак чрезмерно яркого освещения (впрочем, многие аквариумисты не считают это большой бедой), а вот зарастание бурьми водорослями свидетельствует о недостаточной освещенности.*

Л.Б., Москва: *Если вы хотите принимать биологически активное вещество, вам необходимо получить консультацию у врача, который осмотрит вас и определит возможные побочные эффекты, а не у продавца этого вещества и даже не у «Химии и жизни»: хотя среди нас есть биологи, лицензии на медицинскую практику (тем более заочную) не имеет ни один из сотрудников журнала.*

А.Х.АБДУЕВУ, Москва: *Мы заметили, что изменения, произошедшие в нашем журнале с советских времен, нравятся не всем читателям, так ведь и перемены в стране не всем по сердцу...*

А.Д.ИГРУНОВУ, а также всем подписчикам, которые жалуются, что не получили журналы: *Имейте в виду, что номера журнала, выписанные до востребования, почта может отправить назад в редакцию, если вы не зашли за ними в течение месяца.*

Набор 1С	
«Кислоты» (по 200 г):	64.66
Кислота азотная, кислота ортофосфорная	
Набор 1В	
«Кислоты»:	57.64
Кислота азотная (200 г), кислота ортофосфорная (50 г)	
Набор 2М	
«Кислоты»:	93.00
Кислота соляная (1,5 кг), кислота серная (2,7 кг)	
Набор 3ВС	
«Щелочи»:	53.46
Гидроокись калия (250 г), гидроокись натрия (200 г), гидроокись кальция (50 г)	
Набор 5С	
«Органические вещества»	256.23
Набор 6С	
«Органические вещества»	175.09
Набор 7С	
«Минеральные удобрения» (по 250 г):	150.00
Аммофос, карбамид, натрий азотнокислый тех., селитра кальциевая, соль калийная (калий хлористый), сульфат аммония, суперфосфат двойной гранулированный	
Набор 8С «Иониты» (по 50 г):	37.66
Анионит, катионит	
Набор 9ВС	
«Образцы неорганических веществ» (по 50 г):	156.00
Алюминий азотнокислый, бария окись, квасцы алюмокалиевые, калий фосфорнокислый 2-х зам., кобальт сернокислый, кислота борная, литий хлористый 1-водн., марганец (2) сернокислый 5-водн., марганец хлористый, натрий кремнекислый мета 9-водн., никель сернокислый, свинец (2) окись	
Набор 11С	
«Соли для демонстрационных опытов» (по 50 г):	121.09
Аммиак водный, аммоний углекислый, калий углекислый (поташ), калий углекислый кислый, калий фосфорнокислый 2-зам. 3-водн., натрий углекислый, натрий фосфорнокислый 12-водн. или тринатрийфосфат 12-водн.	
Набор 12ВС «Неорганические вещества» (по 50 г):	135.00
Калий роданистый, калий железистосинеродистый 3-водн., натрий углекислый, натрий бромистый, натрий сернокислый кислый, натрий фтористый, сера молотая, калий железосинеродистый, натрий сернокислый	

Предлагает наборы химических реактивов для школ

101000, г. Москва,
Кривоколенный пер.,
12, стр. 2.
Тел.: (095) 786-35-50,
923-38-19
<http://www.reachem.ru>;
reachem@mail.cnt.ru



Цена набора приведена в рублях без НДС

Набор 17С «Нитраты» (малый) (по 50 г): 106.51
Алюминий азотнокислый 9-водн., аммоний азотнокислый
барий азотнокислый, калий азотнокислый, натрий азотнокислый

Набор 17С
«Нитраты» (большой) (по 50 г): 180.00
Алюминий азотнокислый 9-водн., аммоний азотнокислый,
барий азотнокислый, калий азотнокислый, натрий азотнокислый,
серебро азотнокислое (10 г)

Набор 19ВС
«Соединения марганца» (по 100 г): 92.00
Калий марганцевокислый, марганец(4) окись

Набор 20ВС
«Кислоты»: 94.00
Соляная кислота (3 кг), серная кислота (900 г)

Набор 21ВС
«Неорганические вещества» (по 200 г): 151.00
Кальция окись, медь(2) серноокислая б/в, медь(2) углекислая осн.,
натрий углекислый, натрий углекислый кислый

Набор 22ВС
«Индикаторы» (по 10 г): 117.00

Метиловый оранжевый индикатор, фенолфталеин индикатор

Набор 18С
«Соединения хрома»: 92.00
Аммоний двухромовокислый (200 г), калий двухромовокислый (50 г),
калий хромовокислый (50 г)

Набор 13ВС
«Галогениды» (по 40–50 г): 120.00
Алюминий хлористый 6-водн., аммоний хлористый, барий хлорис-
тый, железо хлорное 6-водн., калий хлористый, кальций хлористый,
магний хлористый, медь хлорная, цинк хлористый, натрий хлорис-
тый очищенный, хром треххлористый

Набор 14ВС
«Сульфаты, сульфиты, сульфиды» (по 50 г): 147.01
Аммоний серноокислый, алюминий серноокислый, железный
купорос, калий серноокислый, калий серноокислый кислый, кальций
серноокислый 2-водн., магний серноокислый, медный купорос,
натрий сернистый 9-водн., натрий серноокислый 9-водн., сульфит
натрия б/в, цинковый купорос

Набор 16ВС
«Металлы, оксиды»: 145.00
Олово гранулированное (50 г), железо(3) окись (50 г),
железо мет. восп. (200 г), меди(2) окись (100 г), цинк гранулиро-
ванный (100 г)

Нашей любимой компании

«ChemBridge»

исполняется 10 лет.

Поздравляем!

Нам хорошо рядом с вами.

Редакция



Официальные торжества состоятся
24 октября в Большом концертном зале президиума РАН.
Ваши поздравления направляйте по адресу:
chembridge@online.ru