



XXI век



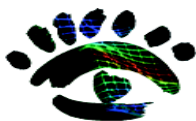
2002
ЖИЗНЬ И ВРЕМЯ





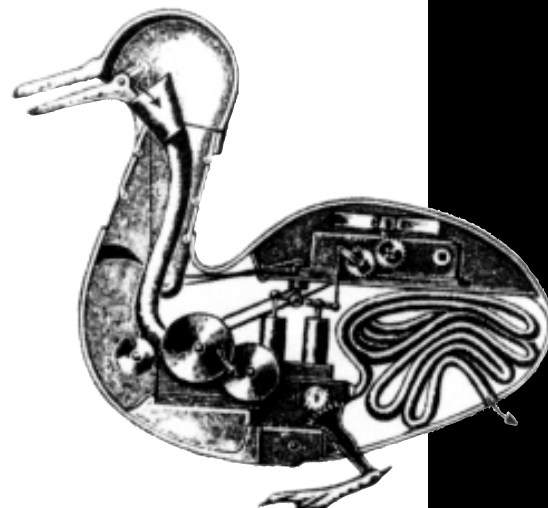


*«То, что мы называем
жизнью, —
всего лишь список дел
на сегодня».*
Ванда Блоньска



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина
к статье «Прорыв в белковой инженерии»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Гейсбрехта Лейтенса «Зимний пейзаж».*
*В природе все имеет начало и конец,
период цветения сменяется зимней стужей,
и очень важно все делать вовремя.*
Читайте об этом в статье «Мир поздних мам»





СОВЕТ УЧРЕДИТЕЛЕЙ:
Компания «РОСПРОМ»
 М.Ю.Додонов
Московский Комитет образования
 А.Л.Семенов, В.А.Ноский
**Институт новых технологиче-
 ского 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

Зав. редакцией

Е.А.Горина

Редакторы и обозреватели

Б.А.Альтшулер, В.С.Артамонова,

Л.А.Ашкинази, Л.И.Верховский,

В.Е.Жвирблис, Ю.И.Зварич,

Е.В.Клещенко, С.М.Комаров,

М.Б.Литвинов, О.В.Рындина,

В.К.Черникова

Производство

Т.М.Макарова

Служба информации

В.В.Благутина

Агентство ИнформНаука

Т.Б.Пичугина, Н.В.Коханович

textmaster@informnauka.ru

Подписано в печать 26.12.2001

Допечатный процесс ООО «Марк Принт

энд Паблшер», тел.: (095) 924-96-88

Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции

107005 Москва, Лефортовский пер., 8

Телефон для справок:

(095) 267-54-18,

e-mail: chelife@informnauka.ru

Ищите нас в Интернете по адресам:

<http://www.chem.msu.su:8081/rus/journals/>

chemlife/welcome.html;

<http://www.aha.ru/~hj/>;

<http://www.informnauka.ru>

При перепечатке материалов ссылка

на «Химию и жизнь — XXI век»

обязательна.

Подписные индексы:

в каталоге «Роспечать» — 72231 и 72232

(рассылка — «Центроэкс», тел. 456-86-01)

в Объединенном каталоге

«Вся пресса» — 88763 и 88764

(рассылка — «АРЗИ», тел. 443-61-60)

© Издательство

научно-популярной литературы

«Химия и жизнь»

При поддержке
 Института «Открытое общество»
 (Фонд Сороса). Россия»



Химия и жизнь — XXI век

23

12

Трансгенная ромашка,
 точнее, горная
 маргаритка,
 созданная
 итальянскими
 учеными из Института
 экспериментальной
 флористики
 в Сан-Ремо, светится
 в темноте зеленым.

Все чаще приходится
 слышать: в мире,
 который мы называем
 западным, не только
 постепенно падает
 рождаемость,
 но и приближается
 к бальзаковскому
 возраст женщин,
 рождающих первого
 (и последнего?)
 ребенка.
 Так это или не так?



ИНФОРМАУКА

ТЯНЬ-ШАНЬ ТЕРЯЕТ ЛЕДНИКОВЫЕ ШАПКИ	4
ВОЙНА НА ЗЕМЛЕ — ПРОБЛЕМЫ В НЕБЕ	4
СВЕРХЧИСТОГО ВОДОРОДА? СКОЛЬКО УГОДНО!	5
ГРЯЗЬ ВСЕХ ЦВЕТОВ РАДУГИ	5
ИНСУЛИН В ТАБЛЕТКАХ	6
МУРАВЬИ ПРОСЫПАЮТСЯ ОТ ЗАПАХА	6
УЧИТЬСЯ ТЯЖЕЛЕЕ, ЧЕМ РАБОТАТЬ	7

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Е.Я.Тетушкин

ПРОРЫВ В БЕЛКОВОЙ ИНЖЕНЕРИИ	9
-----------------------------------	---

ПРАКТИКА

РАБОТА С ЖИВЫМ	12
ОБЪЕКТЫ ТЕХНОСФЕРЫ	14
РАБОТА С МАТЕРИАЛОМ	14

ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

В.В.Вельков

ГРАММАТИКА ЭВОЛЮЦИИ ЧЕЛОВЕКА	18
------------------------------------	----

Е.М.Андреев

МИР ПОЗДНИХ МАМ	23
-----------------------	----

А.Травин

КРАТКОЕ ПОСЛАНИЕ ЖЕНЩИНАМ ДОБАЛЬЗАКОВСКОГО ВОЗРАСТА	27
--	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Е.Клещенко

ТРЕТИЙ ВОЗРАСТ	28
----------------------	----

ЗДОРОВЬЕ

Л.В.Коваленко

ЧТО РАЗГЛАДИТ МОРЩИНЫ	34
-----------------------------	----

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

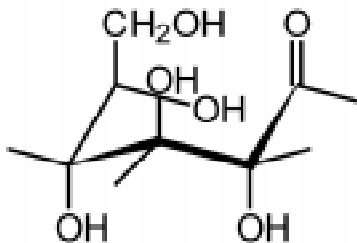
С.В.Савельев, А.В.Лавров

ОКАМЕНЕВШИЕ МОЗГИ	40
-------------------------	----



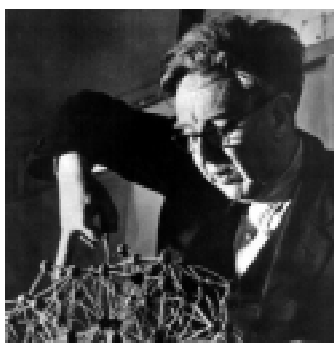
Спонсор
 журнала
 фирма

ChemBridge Corporation



Последние открытия показывают, что витамины предотвращают нежелательные реакции, приводящие к старению организма, и даже иногда обращают их вспять.

50



В 1932 году Джон Бернал с группой английских ученых приехал в СССР, а в день вылета на родину из-за густого тумана рейс несколько раз откладывали. И Бернал стал обсуждать физику тумана (заодно вообще воды и льда) со своим спутником профессором Ральфом Фаулером. В ходе этого мозгового штурма в московском аэропорту им удалось построить молекулярную теорию воды, основанную на ведущей роли водородных связей.

4

ИНФОРМНАУКА

О том, как получать сверхчистый водород из отходящих газов предприятий, как делать инсулин в таблетках и чем грозят ионосфере военные действия НАТО.

8

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

О конструировании новых, не встречающихся в природе белковых молекул с необычными свойствами.

28

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Все, кто живут достаточно долго, становятся старыми. Как примириться с этим? Что делать, чтобы достойно встретить старость, если время уже пришло?

40

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

О чем рассказали ученым окаменевшие мозги гиены и саблезубого тигра.



46

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

В основе прогресса компьютеров лежит прозаическое выращивание монокристаллов. Помните детство, банку с квасцами, нитку и долгое ожидание?

ИНФОРМНАУКА

ФЕРМЕНТ СМЕРТИ В ГОЛОВНОМ МОЗГУ	45
ЧТО ТАКОЕ «ЛЕЗТЬ В БУТЫЛКУ»?	45

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Л.Намер КАК ВЫРАЩИВАЮТ КАМНИ	46
--	----

ПОРТРЕТЫ XX ВЕКА

А.Маккей ДЖОН БЕРНАЛ И ЕГО ЛАБОРАТОРИЯ	50
--	----

СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

И.Р.Реформатский ТЯЖКИ РАЗДУМЬЯ ВЕЛИКОГО ХИМИКА	54
---	----

САМОЕ, САМОЕ В ХИМИИ

И.Леенсон ХИМИКИ СО ШПРИЦОМ	60
---	----

ФАНТАСТИКА

О.Марьян ПОДКАЧКА	63
-----------------------------------	----

ИНФОРМНАУКА

КАМЕННЫЕ БАБЫ	69
ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ГОД ЧЕЛОВЕКА	69

НОВОСТИ НАУКИ	16	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	70
РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ	38	ПИШУТ, ЧТО... ..	70
ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ	57	ПЕРЕПИСКА	72



Тянь-Шань теряет ледниковые шапки

Гляциологи из Казахского государственного университета опасаются, что к концу текущего столетия на северном Тянь-Шане растает весь лед. По мнению ученых, это может обернуться настоящей катастрофой для засушливой Средней Азии. Работа выполнена в рамках проекта ИНТАС.

Казахские ученые исследовали ледниковый массив Туюк-Су в предгорьях Заилийского Алатау, горного хребта на Северном Тянь-Шане, и обнаружили, что за последние тридцать лет площадь, покрытая льдом, сократилась на треть. Если так пойдет и дальше, считает профессор Владимир Уваров, то к концу столетия на Северном Тянь-Шане сохранятся лишь небольшие скопления льда, да и то благодаря уникальному микроклимату некоторых мест. Большая же часть льда исчезнет уже через 20–30 лет. Для засушливой Средней Азии это может обернуться настоящей катастрофой.

Туюк-Су, что в переводе с казахского означает «замкнутая вода», — это ледник, ближе всего расположенный к Алма-Ате, бывшей столице Казахстана. Он входит в десятку наиболее изученных ледников мира. Регулярные наблюдения за его жизнью начались в конце 1950-х. Тогда о глобальном потеплении еще не говорили. Сегодня ученым уже ясно, что с начала 70-х «замкнутая вода» неотвратимо уменьшается в размерах. За все время наблюдений ледяной язык отступил в горы на полкилометра, а ранее единый массив фактически распался на несколько ледников. В несколько раз замедлилась и скорость, с которой движется ледяная река. Как отмечают гляциологи,

этот процесс наблюдается не только на всем Северном Тянь-Шане, но и в других горных ледниках планеты. Так, с той же скоростью, 1% в год, отступают все три ледниковых массива Африки.

Чтобы показать последствия стремительного таяния льдов, накапливавшихся тысячелетиями, ученые приводят простую цепочку доводов. Из-за таяния ледников, то есть уменьшения их объема, снижается водный запас, а значит, и сток с гор. Это приведет к опустыниванию оставшихся без воды территорий. Ледники до сих пор играют огромную роль в жизнеобеспечении среднеазиатских городов. Около трети воды, потребляемой в Алма-Ате, приходится на ту, что приходит с гор. В принципе, специалисты подсчитали, что даже после полного оттаивания льда речной сток сократится лишь на 20% — влага перейдет в осадки, но изменится издревле сложившаяся система хозяйства. Сейчас половодье в Средней Азии наступает в конце весны, когда лед в горах тает особенно быстро. При дождевом питании паводки отступают к осени, то есть сложившаяся система сельского хозяйства, основанная на подпитке рек за счет горного льда, может рухнуть.

Ученые не сомневаются, что таяние ледников в горах Средней Азии — это результат глобального потепления. Однако столь быстрые темпы, по мнению исследователей, спровоцированы ухудшением экологической обстановки в предгорьях. Химические анализы проб снега, отобранных в разных частях ледника, свидетельствуют о повышении концентрации тяжелых металлов в два раза. Резко возросло и содержание окислов азота, аммиака. Несмотря на падение производства, автомобильный парк Алма-Аты за последние годы увеличился в 2,5 раза, а движение в горных долинах стало необычно интенсивным. При этом вредные примеси обнаружены лишь в свеженамерзшем льду и в снегу — древняя замерзшая вода по-прежнему остается кристально чистой.

Как полагают ученые, грязный воздух в горных долинах образует своеобразный колпак с повышенной температурой, который, растекаясь по ледниковым долинам, препятствует накоплению там «замкнутой воды». Исследователи отметили, что в последние годы даже зимой осадки над ледниками выпадают в виде дождя и не только не накапливаются, но даже ускоряют таяние.

Война на земле — проблемы в небе

От войны страдают не только люди и земля, но даже небо. К таким выводам пришли российские ученые из Института динамики геосфер РАН, исследовавшие ионосферу во время и после военных действий НАТО в Югославии.

Российские ученые обнаружили, что во время войны в Югославии в ионосфере происходили возмущения, похожие на те, что возникают в периоды магнитных бурь. Однако влияние человеческой агрессии оказалось намного сильнее. Ионосфера — это слой атмосферы на высоте 50–80 км от поверхности Земли, в которых распространяются радиоволны на дальние расстояния. Исследователи из Института динамики геосфер РАН проводили основные измерения в период активных действий НАТО в Югославии и выяснили, что из-за подобных военных акций резко снижается мощность радиосигналов.

Наиболее современный метод, который применяют сейчас для изучения ионосферы, — наклонное доплеровское зондирование (НДЗИ). В ионосфере существуют так называемые радиотрассы (нечто вроде воздушных коридоров для самолетов), по которым проходит коротковолновое излучение с различной частотой. Ученые проводили исследования в ночное время на радиотрассе Ливия — Москва, которая проходит над территорией Югославии. Ту же радиотрассу после окончания военных действий и радиотрассу Египет — Москва (примерно в 1000 км от Белграда) использовали для контрольных опытов. Основной метод исследования — наклонное доплеровское зондирование, которое выполняли в обсерватории ИДГ РАН «Михнево», расположенной к югу от Москвы.

Война в Югославии была основана на бесконтактной стратегии. На небольшую страну обрушились сотни ракет, за короткое время воздушное пространство над ней пересекло несметное число самолетов. Здесь на ионосферу воздействовали ударные (полеты на сверхзвуковых скоростях) и акустические (взрывы) волны. При распространении и взаимодействии с окружающей средой такие волны создают в ионосфере зоны мелких неоднородностей, которые заметно ухудшают радиосигнал.

Ученые сравнили результаты рабочих и контрольных измерений и считают, что сдвиги в доплеровских спектрах — резуль-





тат именно военных действий НАТО, а не природных катаклизмов. Это подтверждает тот факт, что нарушения ионосферы были меньше в пасхальные праздники, когда бомбардировки приостанавливали. Кроме того, доплеровские спектры в периоды магнитных бурь и сейсмической активности отличаются от тех, что наблюдали в ходе военных действий.

Ученые считают, что необходимо провести более глубокий анализ последствий технократических излишеств. А простым людям остается надеяться, что поводов для подобных исследований в будущем не найдется.

Сверхчистого водорода? Сколько угодно!

Московские ученые из Института нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева РАН разработали установку для получения сверхчистого водорода. Такие установки настолько производительны и экономичны, что могут обеспечить чистейшим дешевым водородом практически все отрасли промышленности, в нем нуждающиеся, — от микроэлектроники до ракетостроения.

Потребности современной промышленности в водороде велики. Во-первых, чистый водород — это наиболее перспективное топливо для транспорта будущего, наземного и воздушного, это и экологически безопасное ракетное топливо. Кроме того, чистый водород необходим для промышленного получения сверхчи-

высокой производительностью, ни экономичностью. Разработка московских ученых решает эту проблему.

Основной компонент созданной установки — газоразделительный элемент, внешне похожий на плоский диск диаметром 16 см с отводной трубкой. Стенки этого диска представляют собой очень тонкие мембраны — практически это фольга толщиной 30–50 микрон из специального сплава. Вот эти мембраны, а вернее, их состав и есть ноу-хау новой установки. Сделаны они из палладия с добавками индия и рутения. Ученые выяснили, что именно такой сплав идеален для этих целей — твердый, прочный, пластичный, почти не расширяется при насыщении водородом (а значит, изделия из него не «трещат по швам» под давлением), но главное — его проницаемость для водорода и только для него чрезвычайно высока. Несколько таких мембран объединяются в мембранный модуль.

Если такой мембранный модуль поместить в камеру, заполненную под давлением горячей смесью водорода с любыми другими газами, то внутрь дисков попадет только водород без каких-либо примесей. Чистый водород отводится из полости каждого диска по отводной трубке и поступает через общий коллектор потребителю. Количество элементов в модуле можно менять в зависимости от потребности в водороде для каждой решаемой задачи. Кроме того, производительность установки можно регулировать количеством модулей.

Производительность такого модуля при внешнем диаметре 30 см и длине 50 см очень высока — 100 кубометров водорода в час (в пересчете на нормальные условия — 1 атм, 0°C).

Ученые сделали одну установку и испытали ее. Водород выделяли из газовых смесей, в состав которых входили такие коррозионно-активные газы, как сероводород, хлорсодержащие соединения, а также углеводороды, углекислый и угарный газы.

Оказалось, что установка может непрерывно работать в таких условиях не меньше двух лет, причем производительность ее за это время не падает, а мембрана совершенно не портится, даже не пачкается. Поэтому установка позволит получать сверхчистый водород из отходящих газов предприятий

по переработке нефти, природного газа, нефтехимической, химической и других отраслей промышленности, которые сегодня либо сжигают, либо выбрасывают в атмосферу. А теперь они могут стать источником получения дешевого водорода в больших количествах!



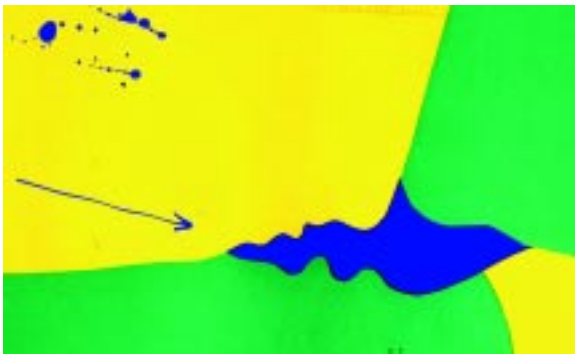
Ученые Химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова придумали, как быстро и наглядно определять содержание в воде вредных примесей. Достаточно на несколько минут опустить в воду трубочки, заполненные специальным порошком, и посмотреть, как порошок изменит свой цвет.

Вода, вбирающая отходы деятельности человечества, год от года становится все грязнее. Теперь в ней можно найти и тяжелые металлы, и нитраты, и самые различные органические соединения. В результате химикам приходится проводить огромное количество анализов, ведь для определения каждого вещества часто нужна своя методика. Кроме того, большинство анализов невозможно провести на месте, поскольку необходимо сложное оборудование, которое есть только в специальных лабораториях.

Обыватель же в большинстве случаев вынужден ставить опыты на себе. Скажем, покроется он сыпью после купания в реке — значит, на ближайшем заводе опять слили в нее какие-нибудь фенолы, а если не покроется — считай, повезло — сырье на завод, к счастью, не подвезли. А ведь есть огромное количество таких веществ, о которых только потом, у врача, узнаешь, что они были в питьевой воде. Это, например, очень хорошие сорбенты, сотые доли миллиграмма которого в литре воды могут привести к анемии, почечной недостаточности, заболеваниям мозга. Нельзя ли придумать какие-то простые способы провести анализ «на глазок»?

Именно такой метод и предлагают использовать московские химики. За основу они взяли специально приготовленные порошки — ксерогели кремниевой кислоты. Это очень хорошие сорбенты, они связывают практически все примеси, которые есть в воде. Такие порошки ученые пропитали различными реагентами, которые меняют цвет в присутствии того или иного вещества.

Порошок насыпают в тонкие трубки длиной 5–7 см и диаметром 1–2 мм, причем



стых металлов и других веществ. Наконец, с его помощью получают микросхемы в микро- и нанoeлектронике.

Однако ни один из известных методов получения особо чистого водорода (того, который технологи называют «пять девяток» и «шесть девяток», 99,999- и 99,9999%-ного) не может похвастаться ни

для определения каждого вещества — своя трубочка. Теперь можно опустить один из концов трубочки в анализируемый объект (воду, сок и т.п.) и подождать несколько минут. Если порошок в трубке окрасится, значит, искомая примесь в воде есть. О ее количестве можно судить по длине окрашенной зоны и/или по интенсивности окраски. Разумеется, к каждой трубочке предполагается прикладывать соответствующую инструкцию с индикаторной шкалой.

Такие трубочки ученые уже сделали для определения в воде целого ряда тяжелых и цветных металлов, нитратов, нитритов, фторидов и хлоридов, активного хлора, а также некоторых органических соединений, в том числе анилина и фенолов. По мнению авторов, использовать разработанные ими тест-системы можно не только для анализа питьевой и природной воды, но и в продуктах пищевой и парфюмерной промышленности.

Инсулин в таблетках

У диабетиков появилась наконец реальная перспектива избавиться от бесконечных уколов. Инсулиновые таблетки «Рансулин», которые придумали и создали в Институте нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, успешно проходят вторую стадию клинических испытаний.

Проблема инсулинозависимого диабета давно на слуху. Это неудивительно, ведь она касается более 5% населения земного шара. Однако, несмотря на огромные усилия и затраченные средства, до сих пор не удавалось придумать таблетки вместо инъекций. Дело в том, что в желудке и тонком кишечнике инсулин, как и любой другой полипептид, легко разрушается под действием протеолитических ферментов. Что только не придумывали ученые! Пластыри с инсулином, ингаляции, капсулы, покрытые специальной защитной оболочкой, — ни один из этих способов не давал желаемого результата. Инсулина, попадающего в кровь, не хватало для нормальной работы организма.

Химики из Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева предложили оригинальное и успешное решение проблемы, которую они разбили на две. Чтобы лекарство из таблетки попало в кровь, нужно, чтобы сначала оно без потерь проскочило через желудок — это этап номер один. Далее необходимо, чтобы оно всосалось в кровь в тонком кишечнике быстрее, чем его разрушат ферменты, — это второй этап.

Первая проблема решается проще всего. Достаточно покрыть таблетку оболочкой, устойчивой в желудке и растворимой в кишечнике. Для этого годится впол-

не безвредная полиакриловая или полиметакриловая кислота, которую и предложили использовать в качестве покрытия исследователи. Но если под этой оболочкой будет просто инсулин, долго он не проживет — ферменты разрушат его скорее, чем он проникнет через стенки кишечника. Вот на этом этапе и срывает главное, что отличает новую лекарственную форму от всех ее предшественников.

Ученые предложили сделать таблетку из спрессованных маленьких кусочков гидрогеля, в который введено три вещества. Первое из них — собственно инсулин. Он химически не связан с гелем и может легко выйти из него. Второе вещество — это ингибитор ферментов, которые разрушают инсулин. Чтобы ингибитор не причинил вреда организму, его химически связывают с гидрогелем. Так он может разрушить только тот фермент, который попытается проникнуть в кусочек гидрогеля и съесть инсулин на его поверхности. Лишний ингибитор в таком случае не попадет в кишечник и выйдет из него естественным путем вместе с остатком геля.

Наконец, нужно каким-то образом удержать кусочек геля у стенки кишечника, чтобы инсулин, защищенный ингибитором от нападения ферментов, смог приклеиться к слизистой оболочке кишечника и благополучно пройти в кровь. Для этого нужен какой-то якорь. Ученые предложили использовать в качестве такого якоря какой-нибудь полисахарид, тоже химически связанный с гелем. Дело в том, что в стенках кишечника есть так называемые лектины — вещества, которые взаимодействуют с сахарами. Они вполне способны вступить в связь с полисахаридами на поверхности геля и удержать его на слизистой.

Таким образом, оставалось ввести в состав геля три вида соединений — лекарство, то есть инсулин, ингибитор фермента для защиты инсулина и полисахарид в качестве якоря. Однако систему, как выяснили ее авторы и патентодержатели, можно упростить. Для этого нужно было найти вещество, которое выполняло бы две функции одновременно — было бы якорем и ингибитором.

Роль такого универсала ученые предложили гликопротеину овомукоиду. Это соединение будто специально для этого создано природой. Дело в том, что овомукоид состоит как раз из двух частей. Белковая его часть отвечает за связывание фермента, а углеводородный хвост реагирует с лектинами слизистой оболочки. Вот его-то и предложили ученые добавлять в гель с инсулином.

В результате исследователи сделали таблетки инсулина на основе гидрогеля с химически иммобилизованным в нем овомукоидом. Разумеется, сначала их опробовали на животных — кроликах,

мышам и крысах. Поскольку результаты были весьма обнадеживающими, таблетки решили испытать в клинике, вреда от них быть не могло, а вот в эффективности следовало убедиться.

Результаты клинических испытаний (сейчас это уже второй этап) очень убедительны. Судя по концентрации в крови глюкозы и самого инсулина, при пероральном приеме достигается тот же эффект, что и при введении инсулина непосредственно в кровь.

«Наш препарат работает так же, как и традиционные инъекции, — не лучше и не хуже. Таблетки тоже надо есть четырежды в день, приблизительно за полчаса до еды. Он, конечно, не решает проблему в корне — не вылечивает пациента, зато избавляет его от четырех уколов в день. А ведь до сих пор этого сделать не удавалось никому», — рассказывает один из создателей препарата, доктор химических наук профессор Л.И. Валуев. Свой препарат ученые назвали «Рансулин» — сокращение от РАН и инсулина.

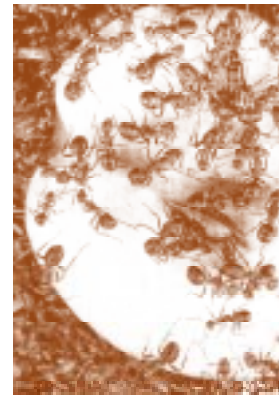
Разумеется, путь от клинических испытаний до прилавков аптек может занять не один год. Однако это только вопрос времени, потому что эффективность перорального инсулина, созданного российскими учеными, не вызывает сомнений.

Муравьи просыпаются от запаха

Сейчас зима, и муравьи затихли под землей. Они оживятся только весной, когда дни станут длиннее. Вопрос о том, как узнают об изменении светового дня муравьиные личинки и царицы, постоянно живущие в полной темноте, решили ученые Санкт-Петербургского государственного университета.

Красные муравьи — маленькие и кусачие.

Их жизнь подчинена длине дня. Если солнце светит только 12–13 часов в сутки, их личинки перестают расти и окукливаться, а царицы прекращают откладывать яйца. Муравьиная колония постепенно затихает до тех пор, пока день снова не начнет удлиняться. И личинки, и царицы постоянно живут в гнездах, построенных в почве, моховых кочках или мертвой древесине, куда свет не проникает, однако же и они узнают, что пора





вставать. Об этом им сообщают рабочие муравьи-фуражиры, которые регулярно покидают гнездо, но как именно они это делают? Петербургский энтомолог В.Е.Кипятков, много лет посвятивший изучению красных муравьев, установил, что для пробудки рабочие муравьи используют какое-то летучее вещество, действующее на расстоянии. Ничего подобного ни о муравьях, ни о других общественных насекомых ученые раньше не знали.

Для исследований В.Е.Кипятков использовал специально сконструированные формикарии (муравьиные жилища), каждый из которых состоит из темной гнездовой камеры, освещенной арены и камеры с кормушками. Формикарии объединены попарно, их разделяет только стенка с отверстиями, такими маленькими, что муравьи сквозь них пролезть не могут. Оба гнезда заселили личинками и царицами, пребывающими во сне, в одну группу добавили надлежащее количество неактивных рабочих муравьев, а в другую поместили активных. Насекомых содержали в условиях короткого дня, однако активные рабочие муравьи, прежде чем угомониться, успели пробудить не только свою колонию, но и соседнюю: в обеих появились яйца и куколки. Как же они это сделали? Пищей муравьи обмениваться не могли, поскольку дырочки между двумя отсеками формикария были слишком маленькие. Муравьиная голова сквозь них не пролезет, но, может быть, они совали лапы? Чтобы исключить этот вариант, конструкцию формикария усложнили: его половинки разделили двумя перегородками, которые находились на расстоянии 8–10 мм друг от друга. Использовали и сплошную перегородку: в этом случае воздух попал из одного отсека в другой через специальные пазы. Меняли и условия опыта, оставляя одну группу муравьев в полной темноте и освещая только соседней, но результат всегда был один — активные рабочие муравьи передают информацию об удлинении светового дня сначала своим царицам, а затем она доходит и до соседней. Правда, они начинают шевелиться несколько позже, яиц и куколок у них меньше. Пробуждение колонии вообще происходит постепенно, на это нужно не меньше недели, а успокаиваются муравьи еще дольше.

Сигнал, передаваемый на расстоянии, не обязательно имеет химическую природу. Он может быть и звуковым. Чтобы уточнить способ передачи информации, В.Е.Кипятков поставил еще несколько опытов, в том числе дважды в день помещал в покоящуюся колонию по 30–40 активных рабочих муравьев, растертых в ступке (опыты продолжались 2–3 недели). Очевидно, что в этом случае ни о каких звуках не может быть и речи, однако через 6–8 дней появились первые яйца.

Сигнал подъема безусловно имеет химическую природу, но что это за вещество и в какой части муравьиного тела оно образуется, пока неясно. Неизвестно также, существует ли другой агент, повергающий муравьев в спячку, или они затихают при недостатке либо отсутствии активатора. Чтобы все это выяснить, необходимы специальные исследования.

Учиться тяжелее, чем работать

Нередко человек, утомленный служебными обязанностями, в пылу дискуссии бросает оппоненту: «Вас бы на мое место!» Ученые из Казанского государственного педагогического университета сравнили разные места и теперь точно знают, что тяжелее — учиться или работать на швейной фабрике.



Детство и отрочество — нелегкая пора для организма. В это время окончательно формируются и притираются друг к другу системы органов, иммунная система и система гормональной регуляции. Этот процесс в основном заканчивается к 17–18 годам, но тут молодого человека подстерегает новое испытание: он кончает школу и ему предстоит профессиональное обучение в институте, училище или непосредственно на производстве. Существующая система профессионального обучения не учитывает индивидуальные возможности организма, поэтому адаптация к новой жизни проходит очень тяжело, иногда люди теряют здоровье или падает их умственный потенциал, который, вообще говоря, должен возрастать. Но что легче для вчерашних школьников: продолжать учиться или начать работать? Чтобы ответить на этот вопрос, ученые Казанского государственного педагогического университета исследовали процесс адаптации семнадцати—восемнадцатилетних девушек к обучению в институте и условиям производ-

ства и пришли к выводу, что учиться все-таки тяжелее.

В исследовании принимали участие студентки-первокурсницы Казанского педагогического университета и девушки, первый год работающие на швейной фабрике, — 60 и 35 человек соответственно. Студентки учились по полной программе, юные швеи трудились по 8 часов в день в механизированном цеху по пошиву легкого платья, а ученые определяли у них характеристики сердечного ритма и содержание гормонов, отвечающих за адаптивные возможности организма, в первую очередь адреналина и норадреналина. Измерения проводили четыре раза в год: в октябре, декабре (перед сессией), январе (сразу после сессии) и в мае, всегда в один и тот же день недели и в первую половину дня.

Судя по всему, студентки очень нервничали. В начале учебного года они напряжены, но это и понятно: только что сданы вступительные экзамены и надо привыкать к условиям обучения в вузе. Когда девушки привыкают к этому, напряжение возрастает еще больше — на носу первая в жизни сессия. После сдачи экзаменов девушки еще не расслабились. Их

сердца колотятся сильнее, чем в декабре (средняя частота сердечных сокращений 83–84 удара в минуту против 78 в октябре и 81 в декабре). Адреналин весь год бьет фонтаном, и этот поток несколько стихает только в мае: то ли студентки, наконец, успокоились, то ли просто очень устали. В общем, первый курс забирает у барышень все силы; их организм работает на износ, обеспечивая адаптацию к учебному процессу, и, если в это время случится какой-нибудь серьезный дополнительный стресс, девушки могут с ним не справиться.

В швейном цеху куда спокойнее. Конечно, в октябре работницы нервничают — все-таки начало новой жизни. Сердце у них бьется немного чаще обычного, и адреналина побольше образуется, но отклонения от нормы невелики, а со студенческими их не сравнить. Молодые швеи очень быстро привыкают к новым условиям, при этом ни сердечно-сосудистая, ни гормональная системы особо не напрягаются и адаптационные резервы организма велики. С приходом весны девушки оживают, чему способствует дополнительная порция адреналина в крови. Они радуются жизни, солнцу и первой зелени, как и положено нормальным людям, в то время как студентки цветом лица сами подобны молодым листочкам. И никакие они не синие чулки, просто выдохлись.



ДРОФЫВ

Трудности на пути конструирования белков

На заре белковой инженерии, в начале 80-х, ее адепты полагали, что белковые молекулы с желаемыми свойствами можно будет получать целенаправленным, рациональным конструированием. Действительно, применение известных правил, которым подчиняется структурно-функциональная организация белков, в сочетании с компьютерной графикой привело к интересным и важным результатам. Модифицируя природные полипептиды, исследователи получили множество белков с новыми свойствами: ферменты с измененной субстратной специфичностью, белки, связывающие те или иные металлы, более устойчивые, чем их обычные формы, и другие.

Однако вскоре стало ясно, что с помощью так называемых структурных подходов (основанных на анализе первичной структуры белков) можно решить лишь самые простые задачи белковой инженерии. Чем сильнее нужно изменить молекулу, тем сложнее предсказать, какую роль сыграет замена каждой из множества аминокислот. Поэтому конструирование кардинально измененных белков (например, имеющих повышенную термостабильность) путем перебора вариантов на экране компьютера практически невозможно. Еще сложнее создать новый белок. Попытки такого рода были; удалось даже получить полипептиды, складывающиеся в общем и целом именно так, как было задумано. Но эти молекулы представляли собой рыхлые глобулы (специалисты называют такие структуры «расплавленными») и не подходили на компактные, плотно упакованные природные белки.

Главная трудность заключается в том, что приходится анализировать огромное множество вариантов, одновременно учитывая все детали структуры молекулы. Например, весьма небольшой белок из 100 аминокислот может быть образован 20^{100} разными аминокислотными последо-

Вероятно, без участия белка в живом организме не протекает ни одной реакции. Неудивительно, что на протяжении десятилетий белки были центральным объектом биохимии, и сегодня о них известно в общем немало. Тем не менее ученые до сих пор не умеют предсказывать пространственную структуру белковой молекулы по той линейной цепочке аминокислот, из которой она, собственно, и состоит. Причудливая, самопроизвольно формирующаяся архитектура этих цепей — уникальная и специфичная для каждого белка — пока не поддается скрупулезному расчету.

Между тем очевидно, что белковая инженерия может кардинально изменить многое в нашей жизни. Искусственно сконструированные белки — это и медицинские препараты с новыми свойствами (здесь уместно вспомнить модифицированные инсулин и интерфероны, которые существуют уже сегодня), и улучшение качества сельхозпродукции, и даже совершенно новые пищевые продукты, и прорыв в нанотехнологиях. Кроме того, нерешенность проблемы самоорганизации белков тормозит постижение и использование информации, получаемой при расшифровке геномов человека и других биологических видов.

Недаром исследователи во всем мире десятилетие за десятилетием искали переход от последовательности аминокислот к трехмерной структуре и функции белка. Попытки были безуспешными, однако в самом конце 1990-х годов исследователям из Калифорнийского технологического института в Пасадене (США) Стефану Мэйю и его соавторам удалось решить обратную задачу — «вычислить» последовательность (цепочку) аминокислот, способную образовать заданную трехмерную конструкцию.

До последнего времени ученым, работающим в этой области, удавалось лишь модифицировать натуральные, то есть выделенные из живых организмов, белки. Теперь же открываются возможности для конструирования новых, не встречающихся в природе белковых молекул с совершенно новыми, нужными для науки и практики свойствами.

вательствами и принимать 10^{1000} конформаций. Ясно, что перебрать и сравнить все эти варианты не под силу ни одному современному компьютеру. Можно упростить задачу с помощью различных допущений. Однако даже при максимальном упрощении поисковое пространство остается огромным: для белка из 100 аминокислот порядка 10^{10} вариантов.

Вот почему многие белковые инженеры полностью отказались от структурных подходов и предложили в качестве альтернативы использовать методы, основанные на экспериментальном моделировании эволюционных процессов. Эти методы оказались весьма плодотворными.

Эволюция в пробирке

Как и все удивительное разнообразие жизненных форм, белковые молекулы сформировались в ходе эволюции. Отсюда возникла идея конструировать белки, подражая природе.

Главные инструменты эволюции — мутации и отбор. Мутагенез предоставляет материал, «сырье» для этого процесса, а отбор оставляет из всего разнообразия мутаций только те, которые благоприятствуют выживанию организмов, повышают их приспособленность к внешней среде. Несколько групп белковых инженеров решили воспроизвести эту схему в эксперименте с микроорганизмами и культурами клеток млекопитающих. Мутации, возникающие в норме довольно редко, вызывали искусственно. Отбор же проводили на специальных селективных средах: в них выживали только те мутанты, которые имели белки с нужными свойствами. (На самом деле использовались более замысловатые экспериментальные схемы. Но общая логика этих опытов была именно такой.)

Отметим две работы, наглядно демонстрирующие преимущества этого подхода. Первая выполнена в Европейской лаборатории молекулярной

В белковой инженерии



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

биологии, находящейся в Гейдельберге (Германия), а вторая — в Университете Кюсю, расположенном в Хакодзаки (префектура Фукуока, Япония). Европейские исследователи под руководством Карла Бухгольца усовершенствовали фермент рекомбиназу из трех биологических видов (кишечной палочки, человека и мыши) — улучшили его способность «перетасовывать» гены. С помощью аналогичной методики японские ученые во главе с Тетсуя Кумамару получили новые бактериальные бифенилдиоксигеназы (ферменты, разрушающие полихлорированные бифенильные соединения). Мутантные ферменты способны катализировать превращения таких веществ, которые их нормальные варианты перерабатывать не могут.

Оба эти результата было бы крайне трудно получить с помощью рационального конструирования. Дело в том, что пока совершенно неясно, от каких структурных характеристик зависят функции рекомбиназы и бифенилдиоксигеназы. Никто не знает, что надо менять в этих молекулах, чтобы они заработали как-то по-другому.

Белки вообще настолько сложны и тонко организованы, что их гораздо легче сломать, чем усовершенствовать. Пока мы не поймем, как связаны структура и функция белка, инженерные решения, направленные на усиление одного признака (например, увеличение устойчивости), чаще всего будут ухудшать другие необходимые качества (например, каталитическую активность). Эволюция обходит все подобные препятствия и находит решение, приемлемое с разных точек зрения.

Вместе с тем направленная эволюция белков будет успешной лишь в том случае, если нужная структура может быть получена в результате серии последовательных мутаций. Это условие сильно ограничивает возможности эволюционного подхода. Молекула с нужными свойствами, удовлетворяющая всем правилам белковой архитектуры, не может возникнуть при отсутствии «удобного» эволюционного пути,

ведущего к ней, — например, если этот путь очень длинен или если необходимо сделать несколько аминокислотных замен и некоторые из них нарушают функцию белка, выводят его из строя. (Понятно, что вероятность одновременной «правильной» замены нескольких аминокислот ничтожно мала; преобладающая часть эволюционных изменений в белках — это единичные аминокислотные замены.)

Почему и как полипептидные цепи сворачиваются в клубки?

Структурные подходы все-таки обладают очевидными преимуществами перед альтернативными методами. Во-первых, они делают возможным создание молекул, кардинально отличающихся от любых натуральных белков. Во-вторых, с их помощью можно получать модификации белков, функционирующие в таких экстремальных условиях, которые трудно воспроизвести в эксперименте. В-третьих, на экране компьютера можно (хотя бы в принципе) проанализировать неизмеримо большее число вариантов, чем в лаборатории.

Возникает вопрос: как при компьютерном конструировании белков уйти от перебора огромного множества вариантов? Каким образом можно учесть закономерности, управляющие укладкой белка в трехмерную структуру, и тем самым упростить задачу? И кстати, что известно об этих закономерностях?

Почти нет сомнений, что конформация белка определяется его первичной структурой — аминокислотной последовательностью, которая, в свою очередь, кодируется соответствующим геном (генами). Самосборка (сворачивание) полипептида зависит от взаимного расположения составляющих его аминокислот, поскольку разные аминокислоты, а точнее, их радикалы (боковые цепи) обладают разными физико-химическими свойствами. Взаимодействуя друг с другом, они стабилизируют трехмерную структу-

ру белка.

Все аминокислоты можно разделить по свойствам радикалов на полярные (гидрофильные) и неполярные (гидрофобные). Среди первых особый интерес представляют кислые аминокислоты (глутаминовая и аспарагиновая) и основные (аргинин и лизин). Боковые цепи кислых аминокислот содержат карбоксильную группу COOH , а основных — аминогруппу NH_2 . Поскольку в нативных (неповрежденных) белках эти группы заряжены (COO^- и NH_3^+), между ними возникают силы электростатического притяжения и отталкивания. Химические группы разных аминокислот (гидроксильные, карбоксильные, амидные, тиольные и др.) могут взаимодействовать друг с другом, образуя водородные связи. Эти связи возникают между атомом водорода, имеющим в результате перераспределения электронной плотности слабый положительный заряд, и каким-нибудь электроотрицательным атомом. Существуют еще диполь-дипольные взаимодействия, тоже обусловленные слабыми электрическими зарядами, возникающими при сдвиге электронов от одного атома химической группы к другому.

Но наиболее важны для стабилизации белковых глобул так называемые гидрофобные взаимодействия. Неполярным радикалам аминокислот «выгоднее» контактировать друг с другом, чем с молекулами воды; сближение этих радикалов, сопровождаемое «выталкиванием» воды и приводящее к образованию гидрофобного ядра глобулярного белка, понижает общую энергию системы. Таким образом, при сворачивании полипептида неполярные группы стремятся внутрь белковой глобулы, а полярные — наружу. Помимо рассмотренных выше слабых (нековалентных) взаимодействий, многие белки скрепляются еще ковалентной связью — дисульфидным мостиком (мостиками), образуемым SH-группами двух молекул аминокислоты цистеина из разных участков полипептидной цепочки. Некоторые белки дополнительно стабилизируются небелковыми компонентами — ато-

мами металлов, витаминами и другими органическими соединениями.

Так что задача, о которой говорится в начале статьи и которую решили исследователи из Калтеха — подобрать оптимальную аминокислотную последовательность, чтобы получить белок, имеющий определенную трехмерную структуру, — очень мало похожа на простое механическое конструирование: каждая «деталь» связана не только с соседними деталями, но сложным образом влияет на всю конструкцию в целом. Отсюда понятно, почему работы Мэйо с соавторами были признаны этапными.

Вычислительная белковая инженерия

Белковые инженеры из Пасадены, разлив и дополнив результаты коллег, создали оригинальные программы автоматизированного конструирования белков — не первые, но первые по-настоящему эффективные. Они уточнили полуэмпирические правила структурной организации белков, сформулированные в течение двух последних десятилетий, все, о которых говорилось в предыдущей

главе, а также некоторые другие, и свели их к единому вычислительному алгоритму. При вычислении энергии попарных взаимодействий между боковыми цепями аминокислот, а также между ними и каркасом полипептида, используются так называемые эмпирические энергетические функции. Полученные величины служат исходными данными для оптимизации вторичной и третичной структур конструируемого белка. Процесс оптимизации основан на теореме, доказанной авторами работы, и сводится к поиску глобального энергетического минимума системы.

Теперь для создания нового белка (пока, правда, очень небольшого) достаточно запустить программу и описать желаемую цель. Впервые это сделали в 1997 году Стефан Мэйо и Бэзил Дахьят. Они задались целью найти аминокислотную последовательность, которая сама собой складывалась бы в структуру, повторяющую все изгибы одного из участков цинковых пальцев (белков, ассоциированных с ионами цинка). Задача была успешно решена. «Вычисленный» полипептид был синтезирован, и его конформация, как показала проверка с помощью ядерного магнит-

ного резонанса, оказалась такой же, как у выбранного прототипа. В определенном смысле конструкторы даже превзошли природу. Структура естественного прототипа стабилизируется ионом цинка, а его искусственный аналог, образованный иным полипептидом, не нуждается в этой металлической скрепе. Это самый маленький из известных белков (в нем всего 23 аминокислоты), способных образовывать уникальную трехмерную структуру без подобных скреп (металлических и прочих).

Уже после этой работы калтеховцы усовершенствовали свой алгоритм, сделали его более универсальным. Применив обновленную программу, они сконструировали гипертермофильный (то есть устойчивый к высоким температурам) аналог одного из доменов белка G стрептококка. Подобный белок нельзя получить посредством эволюции в пробирке, поскольку в настоящее время не существует экспериментальных систем, позволяющих проводить селекцию белков при температуре 100°C.

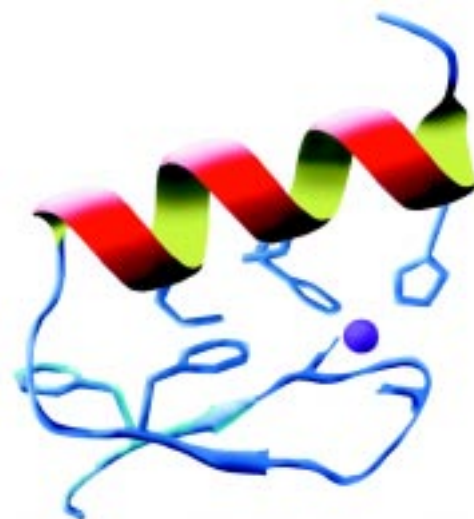
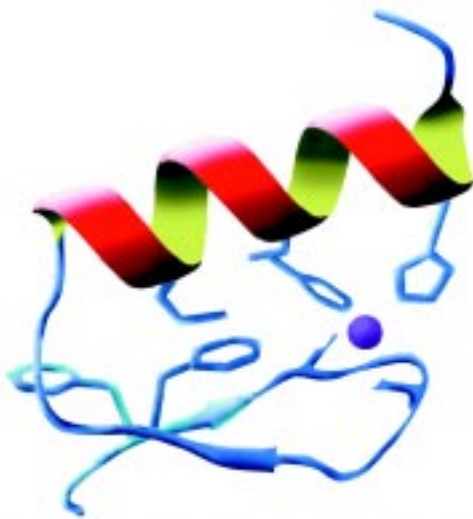
Конечно, сконструированные белки пока очень малы по размеру. Но надо учесть, что их первичные структуры вычислялись на компьютере с быстройдей-

О структуре белков

Любой белок представляет собой цепочку (или комплекс из нескольких цепочек), звеньями которой служат, как правило, 20 различных альфа-аминокислот. Последние соединены друг с другом пептидными связями, и поэтому такие цепочки именуют пептидами (полипептидами). Белками обычно называют достаточно длинные полипептиды, включающие не менее 50 аминокислот.

Последовательность аминокислот в полипептидной цепи образует низший уровень структурной организации белка — его первичную структуру. Как правило, значительная часть полипептид-

ной цепочки завивается в спираль подобно ленте серпантина (ее называют альфа-спиралью), а небольшая образует характерные изгибы (бета-структуры). Этот следующий уровень укладки белка называют его вторичной структурой. Спирализованная же цепь, в свою очередь,



Пространственная структура «вычисленной» и синтезированной калифорнийскими учеными белковой молекулы (правая стереопара) практически не отличается от структуры своего природного прототипа (левая стереопара) — фрагмента белка (так называемого цинкового пальца), влияющего на репродуктивную функцию. Чтобы увидеть стереоизображение, надо левую часть стереопары разглядывать левым глазом, а правую — правым

ствием всего лишь около 4 млрд. операций в секунду. Между тем уже сейчас имеются машины, производящие триллионы операций в секунду. Так что конструирование более крупных белков не за горами. Принимая во внимание быстрый прогресс компьютерной техники, можно сделать вывод, что вычислительную белковую инженерию ждет блестящее будущее.

Но специалисты по белкам не оставляют без внимания и первоначальную (прямую) задачу: установление структуры и механизмов функционирования белка по данной аминокислотной последовательности. Ведь если бы ученые умели сворачивать полипептиды *in silico*, то есть в компьютере, это открыло бы путь к содержательной расшифровке геномов живых организмов, к пониманию «смысла» нуклеотидных текстов, кодирующих белки.

Задача ясна. Однако даже мощные компьютеры за несколько недель работы могут промоделировать лишь несколько наносекунд (10^{-9} сек) процесса самосборки белка, реальная продолжительность которого составляет от нескольких микросекунд до (чаще всего) нескольких секунд. Вывод: чтобы решить задачу, надо кардинально

увеличить вычислительные мощности.

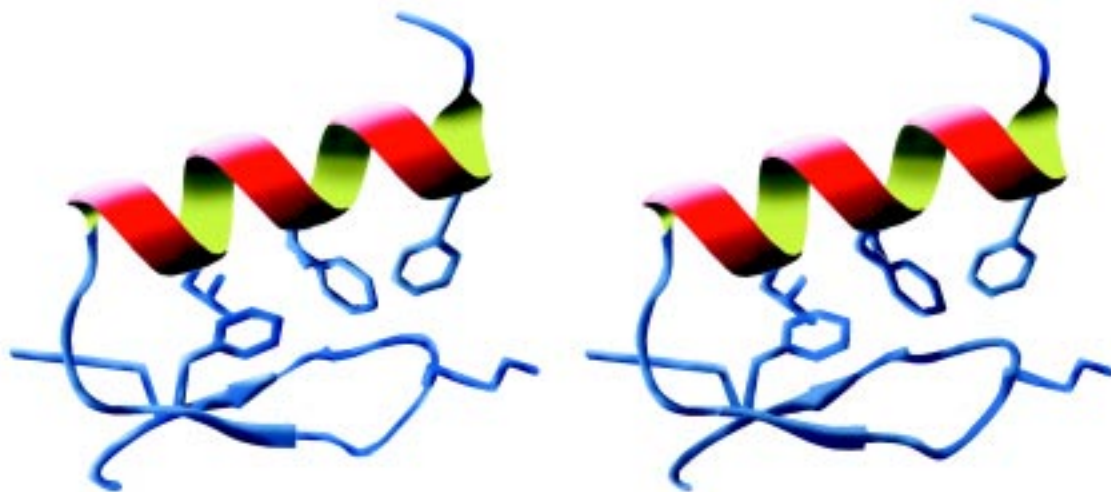
Для достижения этой цели разработано два очень разных проекта. Первый, представленный еще в декабре 1999 г., принадлежит IBM. Эта компания намерена, затратив 100 млн. долларов, создать за пять лет мощнейший суперкомпьютер, который при нынешних темпах развития электронной индустрии появился бы только через 15 лет. Проектируемая вычислительная машина, получившая название Blue Gene, будет состоять из одного миллиона процессоров, каждый из которых будет работать со скоростью один гигафлоп (один миллиард операций с плавающей точкой в секунду). Общая производительность Blue Gene, архитектура которого включает пять иерархических уровней, составит один петафлоп, или миллион гигафлопов. Такая машина могла бы загрузить все содержимое современного Интернета менее чем за секунду.

Второй проект был предложен группой Виджея Панде из Стэнфордского университета. Идея, на которой он основан, заимствована из программы SETI@home. Последняя задействовала миллионы компьютеров по всему миру для анализа космических радио-

волн с целью обнаружения следов внеземных цивилизаций. Панде тоже намерен объединить миллионы обычных домашних компьютеров, но уже для моделирования сворачивания белков. Его группа разработала алгоритмы, которые разбивают задачу на части, соответствующие переходу полипептида от одного локального энергетического минимума к другому. Из-за многовариантности процесса вычисление каждого его этапа требует параллельной работы множества компьютеров. Результат, полученный на одном из них, служит отправным пунктом для последующего моделирования. Этот проект получил название, по аналогии со своим прототипом, *folding@home*. Читатели «Химии и жизни», имеющие выход в Интернет, тоже могут содействовать его реализации. Чтобы подключить свой компьютер к вычислениям в рамках данного проекта, надо обратиться на сайт группы Панде (www.stanford.edu/group/pandegroup/Cosm/).



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



множественно складывается, формируя третичную структуру белка. Если полноценно функционирующий белок образуется при объединении нескольких цепей (как, например, гемоглобин), то возникает еще один уровень структурной организации — четвертичный.

Иногда выделяют еще два дополнительных уровня структурной организации белка — супервторичную структуру и доменную структуру (домен — функциональный и/или структурный модуль белка). В этом случае иерархия белковых структур выглядит так:

первичная структура → вторичная структура → супервторичная структура → доменная структура → четвертичная структура.

Никаких простых эмпирических или теоретических правил, позволяющих надежно предсказывать склонность полипептида к образованию

тех или иных трехмерных структур, не существует. Точность предсказаний, основанных на применении статистических (вероятностных) методов и на различных физико-химических вычислениях, как правило, невысока.

По пространственной структуре (конформации) белки разделяют на фибриллярные и глобулярные. Первые сильно вытянуты и нерастворимы в водных растворах; они образуют длинные волокна (например, кератин волос и ногтей, коллаген сухожилий и костей). Вторые компактны (по форме отдаленно напоминают сферу) и водорастворимы. К глобулярным белкам относятся почти все ферменты (белки, катализирующие биохимические реакции), антитела, транспортные белки (тот же гемоглобин) и гормоны белковой природы.

Работа с живым

Кислое вино мало кому нравится, а вот цветок, сияющий в темноте, способен надолго приковать взгляд любого человека. О том, как ученые делают из плохого винограда хорошее вино, речь пойдет ниже, а в начале этой части обзора современных технологий — светящийся цветок.

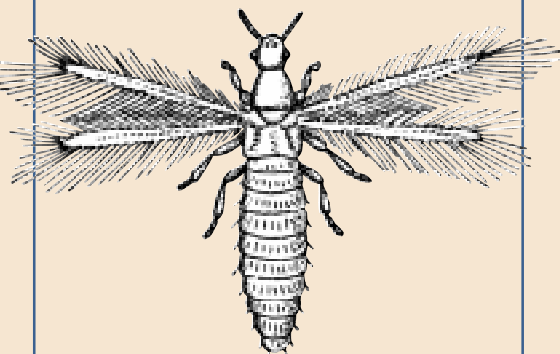


Читатель, знакомый с достижениями современной биологии, сразу подумает, что, коль скоро живое существо замерцало в темноте, без геной инженерии тут не обошлось. И будет совершенно прав. Именно трансгенная ромашка, точнее, горная маргаритка, а также горечавка, созданные итальянскими учеными из Института экспериментальной флористики в Сан-Ремо, и светятся в темноте зеленым. Конечно, светиться они начинают не сами, а только при ультрафиолетовом облучении — увы, без притока энергии никакая флюоресценция невозможна. Для того чтобы добиться этого выдающегося результата, ученые внедрили в геном цветка ген медузы, который кодирует зеленый светящийся белок (о нем речь шла в ноябрьском номере «Химии и жизни» за 2001 год.)

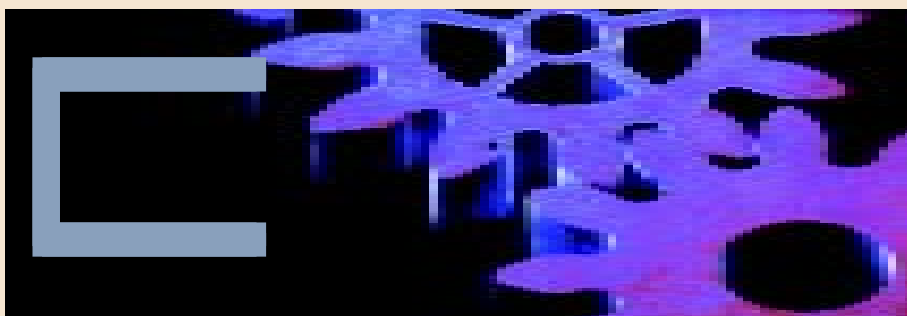
Однако в арсенале трансгенциков-декораторов имеется не только зеленый цвет. Они знают, как заставить разные части цветка светиться красным или желтым. Если перенести результаты экспериментов с маленькой ромашки на какой-нибудь гигантский цветок вроде хризантемы или георгина, то полу-



чилась бы настоящая ночная феерия — сквозь зеленые лепестки цветка просвечивали бы ярко-красные звездочки тычинок, обрамленные золотыми блестками пыльников... Увы, на пути этого буйства красок стоят европейские законы — регистрация трансгенного сорта обходится слишком дорого, чтобы исследование итальянских ученых представляло нечто большее, чем просто академический интерес.



Впрочем, в Европе есть страна цветов — Голландия. Там в Институте исследований цветов индиец Сиитхарам Аннадана решил спасти голландские хризантемы от трипсов. Эти мерзкие существа размером всего в полмиллиметра наносят страшный вред сельскому хозяйству. Питаясь соками растения, они подсасывают листья, почки, завязи цветков или семена. У многих трипсов вся жизнь проходит в цветке, поэтому от них сильно достается цветоводам. Даже если трипсы не высушат бутон хризантемы, они изрядно подпортят то-



варный вид цветка, высосав сок из цветоложа или испещрив черными точками лепестки. Ученый внедрил в геном хризантемы фрагмент, который кодирует ингибиторы протеаз. Эти вещества замедляют действие ферментов, разлагающих белки, то есть затрудняют пищеварение. Насекомое, насосавшееся сока трансгенной хризантемы, оставалось голодным. Его жизненные силы угасали, а это неизбежно сказывалось на потомстве: на экспериментальной делянке яиц трипсов оказалось в два раза меньше, чем обычно. Голландцы, похоже, всерьез заинтересовались трансгенным цветоводством — вот и в Пущинском научном центре для них выращивают трансгенную актинидию с необычной формой куста и особенно красивыми цветами. Может быть, в Королевстве Нидерланды на трансгенные декоративные растения смотрят несколько иначе, чем на съедобные культуры, сделанные аналогичными методами?

Кстати, для получения хорошего результата человеку вовсе не обязательно самому перекраивать геномы живых существ — достаточно воспользоваться присущей им изменчивостью и провести отбор по нужным признакам, как делали селекционеры с древнейших времен, задолго до открытия ДНК и генов. Именно этим методом наблюдательные ученые из киевского Института микробиологии и вирусологии НАН Украины сумели подобрать к решению проблемы кислых вин. Климат на Украине и на юге России, как известно, отнюдь не помогает винограду каждый год набирать достаточно сахара. Из несладкого винограда и вино получается невкусным, кислым — биохимическое исследование показывает, что в нем чересчур много органических кислот, прежде всего яблочной. Но бывают случаи, когда в одной из многочисленных бочек вино оказывается не кислым, а очень приятным на вкус. Видимо, там какой-то иной состав микрофлоры, решили украинские ученые. И оказались правы: самое лучшее вино получается в тех бочках, в которых живут одновременно молочнокислые бактерии двух видов и определенный вид дрожжей. Вот это сообщество и перерабатывает излишнюю кислоту, причем вино не портит. Поскольку микроорганизмы, выделенные из «удачных» бочек, вполне можно культивировать, получилась научная основа для пре-

парата, улучшающего качества кислых вин.

С темой микроорганизмов связано и устройство, придуманное учеными из Исследовательского центра прикладной ядерной физики Минатома России (Дубна) и Института кристаллографии им. М.М.Шубникова РАН (Москва). Физики, работающие на ускорителе, уже давно пытаются найти своему детищу какое-либо применение, полезное в народном хозяйстве. В частности, ученые из Дубны облучают лавсан ускоренными ионами металлов, обрабатывают щелочью и получают трековые мембраны — уникальный материал с порами совершенно определенного размера. Из этих мембран делают множество полезных вещей, в частности фильтры для очистки воды, а теперь еще и респираторы нового типа, в которых дышится очень легко. Причина легкого дыхания — в особенности конструкции. Человек не втягивает воздух сквозь пористый материал всей силой своих легких. Вместо этого у респиратора имеется ящик размером с коробку для обуви. В нем расположен моторчик, который гонит воздух вдоль трековой мембраны. Кислород диффундирует сквозь мембрану и попадает в дыхательные пути человека, а углекислый газ движется в обратном направлении. (Диффузия идет за счет разницы концентраций этих газов по разные стороны мембраны.) Такой способ газообмена хорош еще и тем, что никакая зараза, размер которой превышает диаметр пор (200—500 нм), не может просочиться сквозь мембрану. От чего может защитить такой респиратор? Правильно, от смертоносных вирусов и бактерий, которыми террористы напугали человечество осенью 2001 года.

Объекты техносферы

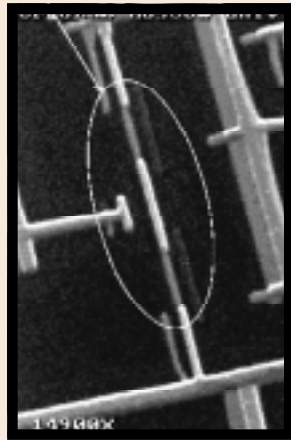
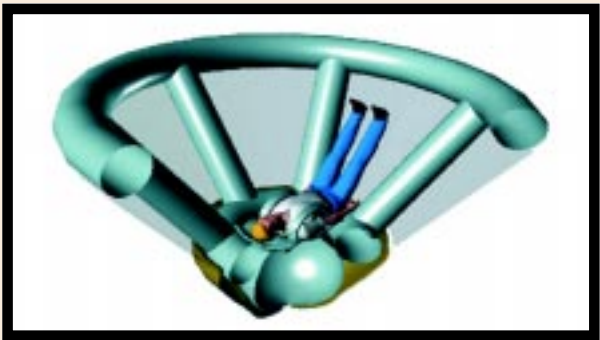
Рассматривая объекты, созданные гением инженеров, трудно не удивиться полету их фантазии. Вот, например, устройство для выпадения из окна, о котором мы рассказывали в декабрьском номере за 2001 год.

История его такова. Сначала инженеры из химкинского Научно-исследовательского центра имени Г.Н.Бабакина разрабатывали по гранту МНТЦ устройство для посадки космических кораблей. Согласно их идее, спускаемый аппарат



следует завернуть в оболочку. В самом начале пути в ней срабатывает пиропатрон, оболочка быстро надувается и превращается в такой гигантский воланчик для бадминтона. Его головка представляла собой огромную подушку, которая должна самортизировать удар при посадке, а элементы воронки — затормозить падение в атмосфере. Увы, воспользоваться этим решением пока не довелось, хотя Европейское космическое агентство, Еврокомиссия и консорциум «Astrum» потратили на разработку 1,8 млн. долларов США, из которых 1,35 млн. досталось химкинским инженерам. Правда, похожую надувную оболочку американцы применили в 1997 году, то есть во время последней удачной экспедиции с посадкой на Марс, но их метод был менее сложен. Тогда «Патфайндер», обернутый подушками с газом, просто упал на планету, и подушки отлично смягчили удар.

А что, если воспользоваться устройством на Земле, подумали уче-



ные? Ведь внизу атмосфера плотнее, значит, все должно сработать и при падении с небольшой высоты. И поместили сдутый воланчик в ранец. Человек, застигнутый врасплох пожаром на 120 этаже небоскреба или, что ближе к нашей жизни, на шестнадцатом этаже московского дома, до которого не всякая пожарная лестница способна дотянуться, должен встать на карниз окна и... упасть. При этом нужно не забыть нажать на кнопку, приводящую в действие пиропатрон: моментально раскрывшийся воланчик в целости и сохранности доставит человека на землю. По утверждению авторов этой разработки, прыгать можно хоть со второго этажа, а стоит спасительный воланчик при массовом производстве не более 200 долларов.

Ученые того же НИЦ им. Г.Н.Бабакина вместе с коллегами из ВНИИГАЗа нашли новое применение и тепловым трубкам, которые уже не одно десятилетие служат электронщикам для охлаждения мощных устройств.

Теплотрубы — это действительно алюминиевые трубки длиной до семи метров и диаметром от 5 до 32 см. Они герметично запаяны с обоих концов и заполнены теплоносителем (обычно аммиаком со специальными добавками). На их внутренней поверхности расположены продольные канавки из сложенного в мелкую складку тончайшего слоя того же алюминия. Эти тонкие, диаметром от 4 до 10 микрон, капилляры — основа работы тепловой трубки. На одном ее конце аммиак испаряется, забирая тепло, а на другом — конденсируется, отдавая тепло. По капиллярам жидкость подтягивается к охлаждаемому концу, обеспечивая непрерывность цикла. Тепло такая трубка отводит в десятки раз лучше, чем просто кусок металла той же толщины.

Так вот, эти трубки предложили применять для охлаждения вечной

мерзлоты под газопроводом или фундаментом здания. Ведь летнее размягчение мерзлоты — одна из самых крупных неприятностей, которые преследуют людей, осваивающих Север. Из-за этого приходится вкладывать огромные деньги в укрепление фундаментов. А тепловая труба, покрытая, как предлагают ученые из Химок, стеклопластиком для предотвращения коррозии, позволит более изящно решить проблему. Одним концом она будет забирать тепло из мерзлоты, а другим — рассеивать его в воздухе.

Кстати, теплотруба может избавить владельцев компьютеров от надоевшего жужжания вентиляторов. Правда, для этого придется переделать архитектуру любимого предмета — монтировать микросхемы непосредственно на ее плоском конце. Противоположный конец будет отводить избыток тепла от напряженно работающих «мозгов» и рассеивать его в пространстве.

Раз уж разговор зашел о компьютерах, нелишне упомянуть и такое уникальное устройство, как одноэлектронный транзистор, созданный физиками из лаборатории криоэлектроники физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова. Эта микросхема замечательна тем, что способна фиксировать прохождение одного-единственного электрона. Одноэлектронный транзистор представляет собой стандартного размера чип. На подложке из отполированного до атомарной гладкости кремния находятся электроды и металлический остров — изолированный от подложки прямоугольник размером в две сотни нанометров. Остров отделен двумя-тремя слоями атомов от двух электродов (называемых исток—сток) и связан с затвором — третьим, управляющим, электродом. Это и есть сердце микросхемы. Ничтожное изменение потенциала затвора сказывается на заря-

де острова и существенно меняет напряжение в цепи исток—сток, что и удается зарегистрировать. Как мы уже отметили, чувствительность конструкции такова, что она фиксирует даже один-единственный электрон, прошедший через затвор. Что это означает?

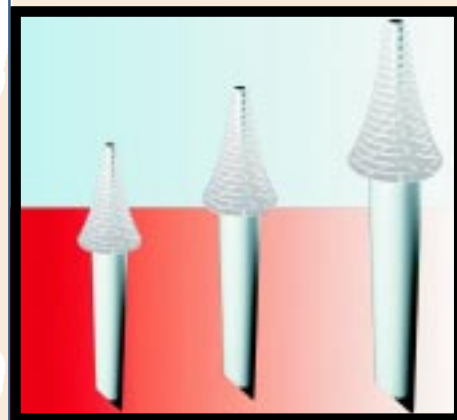
Прежде всего, такие транзисторы позволяют на несколько порядков сократить величину тока, необходимого для передачи и запоминания одного бита информации. По мнению ученых, процессор, сделанный на них, будет фантастически мал — величиной с горошину! Уменьшение тока принципиально снижает потери энергии в виде выделяющегося тепла, а ведь перегрев микросхем — одно из препятствий на пути повышения параметров высокочастотных процессоров.

Пока одноэлектронный транзистор существует в единственном, лабораторном экземпляре, да и работает он только при очень низкой температуре — не выше 13 К. Для того чтобы прибор работал при комнатной температуре, размер острова должен быть не в сотни нанометров, а в единицы, что сравнимо с отдельной, правда, довольно крупной, молекулой. В университетской лаборатории уже работают над созданием такого транзистора.

Работа с материалом

Делать все эти удивительные вещи можно, только обладая высокой технологией. Порой она возникает случайно, как побочный результат какой-то другой разработки. Пример этого — сверхчистый сферический порошок кварца.

Ученые все из того же НИЦ им. Г.Н.Бабакина думали, как бы им лучше обработать поверхность стеклянной заготовки, из которой предстояло тянуть оптоволокно. А что, если использовать лазер? С его по-



мощью можно испарить с заготовки верхний, дефектный слой вещества. Эта мысль оказалась правильной — заготовки стали получаться одна к одной, и волокно из них выходило отличного качества. А через некоторое время кто-то решил, видимо просто из любопытства, посмотреть в микроскоп на мелкую пыль, которая откуда-то появлялась на рабочем месте. Оказалось, что это не какая-то там простая пыль, а наночастички кварца почти идеальной сферической формы!

Конечно же испаренное лазером вещество должно было, охлаждаясь, во что-то сконденсироваться! При ближайшем рассмотрении выяснилось, что частички не только сферические, но и удивительно чистые. Очевидно, примеси из заготовки не успели улечься при нагреве либо не смогли раствориться при конденсации.

Кому такие частицы нужны? Прежде всего тем, кто полирует кремниевые подложки для микросхем. В порошках, которыми их полируют сейчас, всегда есть угловатые частицы, царапающие поверхность, что неизбежно приводит к браку. Впрочем, не надо забывать: за последние десять лет сформировался мировой рынок нанопорошков, поэтому у создателя нового порошка голова не должна болеть о судьбе любимого детища. Был бы материал с необычными свойствами, а покупатель найдется.

Кремний — вещество XX века. Но в XXI веке на его место может прийти другое вещество — карбид кремния. Микросхема, сделанная на подложке из него, способна работать при температуре 400–600 °С, под облучением, да и при большом токе и напряжении — 10⁴ А/см² и 4,5 кВ. Следовательно, это незаменимый материал для электроники космических кораблей, электрического оружия, а также для мощных микросхем, используемых, например, в энергетике. По оценкам ученых, только от замены кремниевых силовых диодов на электростанциях удастся уменьшить потери электроэнергии на 20%.

Карбид кремния — очень каприз-



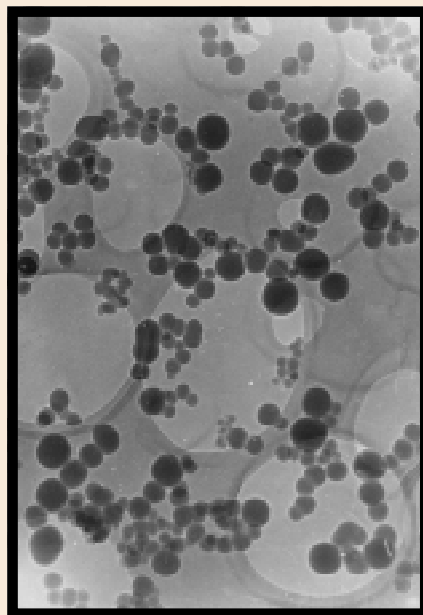
Материал подготовили
О. Максименко,
М. Литвинов
и С. Комаров

ное вещество, и вырастить из него достаточно большой монокристалл трудно. Не случайно пластинка диаметром 5 см из этого материала стоит 5 тысяч долларов США. А ученые из Электротехнического университета (Санкт-Петербург) могут сделать такую же пластину, но в десять раз дешевле!

Впрочем, и обычное стекло бывает капризным, и тогда для работы с ним приходится придумывать особую технологию. Например, ученые из обнинского Института физико-энергетических проблем создали технологию, которая позволяет штамповать изделия с очень тонкими, толщиной в миллиметр, стенками.

Дело в том, что тонкое стекло трудно штамповать: форма нагревается неравномерно и возникают термические напряжения. Из-за них стекло будет слишком хрупким, если вообще получится.

Поэтому со времен средневековых венецианских умельцев и до наших дней тонкую стеклянную и хрустальную посуду выдувают. Дело это непростое и небыстрое — даже опытный мастер тратит на одно изделие



ПРАКТИКА

несколько минут. А такой посуды нужно немало: всевозможные термостойкие кастрюльки, стаканы и чайники из толстого стекла не сделаешь — они растрескаются.

Чтобы решить проблему, ученые из Обнинска применили форму, которая обеспечивает одинаковую температуру. Эта форма и, конечно, пресс представляют собой своеобразные термосы из нержавеющей стали. Только между стенками этих термосов не вакуум, а небольшое количество натрия или смеси натрия и калия. Тепла человеческой руки вполне хватает, чтобы расплавить эти металлы. Соответственно и испаряются они при не очень большом нагреве.

Когда раскаленное стекло заливают в форму, она мгновенно нагревается и металл между ее стенками испаряется. В тех же местах, где температура ниже, а это обычно края формы, он конденсируется. При этом выделяется тепло, и вся поверхность формы прогревается равномерно.

В результате удастся не только избежать появления мелких дефектов стекла (микротрещин, местных напряжений), но и получить совершенно равномерное по толщине и оптическим свойствам стекло. Последнее свойство новой технологии особенно важно при производстве кинескопов, автомобильных фар, отражателей света для самолетов, морских судов и других такого рода изделий.

Возможно, именно поэтому разработка обнинских ученых вызвала интерес специалистов концерна «Самсунг» — полученные по новой технологии экраны телевизоров практически идеально равномерны по толщине и оптическим свойствам, а поверхность их совершенно гладкая.



Нобелевские премии 2001 года

«Nature», 2001, v.413, p.553, 661

ФИЗИКА

Лауреатами стали американцы *Эрик Корнелл* и *Карл Вайман* из Колорадского университета, а также работающий в Массачусетском технологическом институте (МТИ) немец *Вольфганг Кеттерле*, первыми получившие новое состояние материи — газообразный конденсат Бозе—Эйнштейна (БЭК).

Индийский физик Ш.Бозе и А.Эйнштейн в середине 20-х годов предсказали, что охлажденные почти до абсолютного нуля атомы сконденсируются на нижнем энергетическом уровне, образуя единую квантовую систему. По мере замедления атомов длины связанных с ними волн де Бройля будут расти, поэтому их волновые функции начнут перекрываться и вся совокупность атомов станет как бы одним суператомом — когерентным облаком, все частицы которого имеют одно и то же квантовое состояние.

В начале XX века научились достигать сверхнизких температур, что привело к открытию БЭКа в виде сверхтекучей жидкости (в ее изучении активно участвовали советские физики, а работы по этой тематике П.Л.Капицы и Л.Д.Ландау были отмечены Нобелевскими премиями). Но особый интерес представлял бы БЭК из разреженного газа, поскольку именно в таком конденсате волновая природа материи должна проявлять себя наиболее четко. В принципе путь, ведущий к нему, был ясен: надо в вакууме поймать в какую-то ловушку группу атомов и охладить их до температуры порядка 10^{-7} К. Решающих успехов в создании подобных ловушек (магнитных и световых) до-

бились только в 90-е годы (Нобелевская премия за 1997 год — см. «Химию и жизнь», 1998, № 1; 2001, № 10). И в 1995 году две группы физиков получили разреженный БЭК из атомов щелочных металлов (возглавляемая Корнеллом и Вайманом — рубидия, а Кеттерле — натрия).

С тех пор исследования газообразного конденсата значительно продвинулись (см. «Новости науки», 1995, № 10—12; 1998, № 6; 2000, № 5; 2001, № 9). Он уже получен из атомов лития и водорода, возбужденных атомов гелия-4; если вначале облако содержало тысячи атомов, то потом — много миллионов, его размер — десятки микрометров. Начато изучение нелинейных оптических свойств конденсата, когда на него направляют лазерный луч. Оказалось, что свет в нем может чрезвычайно сильно замедляться — до скорости 17 метров в секунду (астрофизики говорят, что похоже свет ведет себя, когда проходит вблизи вращающейся черной дыры).

Изменяя параметры поля, удерживающего БЭК, можно регулировать степень взаимодействия атомов в нем и детально исследовать эффекты квантовой химии (образование молекул). Удастся даже изменять характер сил, действующих между атомами: когда есть отталкивание, БЭК устойчив, а если оно сменяется притяжением, то облако коллапсирует, а затем разлетается, что напоминает катастрофы звезд — взрывы сверхновых. (Кстати, есть гипотеза, что в космическом вакууме существует БЭК из каких-то очень легких частиц.)

Возможно, на основе конденсата будет реализован квантовый компьютер. Еще одна заманчивая цель — создать излучатель когерентных атомов, или атомный лазер. Для этого нужно, чтобы атомы облака образовали направленный пучок, сохраняя свою согласованность по фазе (первого успеха тут добилась в 1997 году группа Кеттерле), причем запас атомов в БЭКе не

должен истощаться, то есть одновременно его необходимо пополнять. Сейчас даже трудно представить все применения, которые найдет такой излучатель, но некоторые из них уже начали разрабатывать, например в сверхточной интерферометрии и в микролитографии (атомная оптика).

Один из ведущих специалистов в этой области, учитель нынешних лауреатов (они все довольно молоды) Дэниэл Клеппнер из МТИ, назвал получение газообразного конденсата «самым замечательным достижением квантовой физики с момента изобретения светового лазера». В исследовании БЭКа еще не закончился начальный, романтический период, и, как сказал Кеттерле, «каждого нового эксперимента ученые ожидают с волнением и радостью, словно еще одного ребенка в семье».

ХИМИЯ

Награды удостоены 63-летний японец *Рюдзи Нойори* (Университет Нагоя) и американцы — 84-летний *Уильям Ноулз* (работавший в компании «Monsanto» в Сент-Луисе, Миссури) и 60-летний *Барри Шарплесс* (Институт Скриппса, Калифорния) за работы по асимметричному, энантиоселективному синтезу.

В 1848 году Л.Пастер, исследуя под микроскопом одну из солей винной кислоты, заметил, что она существует в виде кристаллов двух типов, каждый из которых служит зеркальным отражением другого, а ее растворы могут вращать плоскость поляризации света в разные стороны. Так были открыты оптические L- и D-изомеры, или энантиомеры; молекулы, которые не совпадают со своим зеркальным отражением (как правая и левая рука), назвали хиральными.



Живая природа на молекулярном уровне асимметрична: в ней аминокислоты — левые оптические изомеры (за редкими исключениями), а сахара — правые; почему так получилось, еще не выяснили, хотя предложено уже много гипотез. Поэтому обычно лишь один из энантиомеров биологически активных соединений способен правильно выполнять в организме свою функцию. Несоблюдение этого правила привело в 1963 году к трагическим последствиям: рекомендуемое беременным женщинам средство от тошноты (талидомид) вызывало врожденные уродства плода; оказалось, что так действовал другой энантиомер.

Значит, необходимо уметь синтезировать молекулы не только нужного атомного строения, но и определенной хиральности. Для этого в проводимых реакциях должен участвовать какой-то асимметричный фактор — физический или химический, например поляризованный свет. Один из химических способов заключается в том, что к симметричному (ахиральному) реагенту присоединяют дополнительный асимметричный фрагмент — «хиральную метку» (ее можно удалять с продукта реакции и использовать в новом цикле).

Еще более широкие перспективы открывает применение асимметричных катализаторов. Гетерогенные катализаторы с таким свойством обычно представляют собой металлы, обработанные специальными хиральными соединениями. А при гомогенном катализе применяют комплексы из атомов переходных металлов с оптически активными лигандами, например фосфинами (когда к атому фосфора присоединяют четыре разные химические группы, возникает хиральная структура).

В 1968 году Ноулз, используя родий и фосфины, создал первый хиральный катализатор для реакций гидрогени-

зации. И хотя разница в количествах двух энантиомеров в продуктах реакции вначале составляла всего 15%, им была доказана принципиальная возможность такого подхода. В дальнейшем под руководством Ноулза в «Monsanto» сконструировали более сложные по химическому строению катализаторы, позволившие, в частности, синтезировать препарат леводопу (L-DOPA) — левый энантиомер предшественника медиатора дофамина, необходимый для лечения болезни Паркинсона с почти стопроцентным выходом.

Нойори усовершенствовал этот метод и расширил область его применения. На атомах родия и рутения он создал хиральные катализаторы, которые дали возможность получать нужные энантиомеры многих аминокислот, антибиотиков, витаминов. Так, широкое применение нашел его катализатор BINAP, содержащий дифосфиновый лиганд.

Шарплесс изучал другой важнейший тип реакций — асимметричных катализаторах — окисление, например эпоксицирование. Он научился присоединять атом кислорода к молекуле с нужной стороны, а оптически чистые эпоксиды служили исходными компонентами в последующих реакциях синтеза. Так смогли получить все встречающиеся в природе шестиатомные сахара правильной хиральности.

Значительный вклад в асимметричный катализ внесли отечественные химики, прежде всего академик А.А.Баландин и его школа — они проработали многие его аспекты. Как говорил Баландин, «раскрытие тайн катализа произведет переворот в материальной культуре человечества». Достигнутый прогресс в управлении хиральностью синтезируемых сложных молекул — важная веха на этом пути.

ФИЗИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

Премию поделили американец *Лиланд Хартуэлл* (родился в 1939 году) и англичане *Тимоти Хант* (1943) и *Пол Нерс* (1949) за исследования регуляции клеточного цикла.

Жизненный цикл эукариотической клетки обычно таков: возникнув при делении (митозе) клетки-предшественника, она растет (фаза G_1), после чего происходит удвоение ее ДНК (фаза S), затем она готовится к делению (фаза G_2) и, наконец, наступает время для нового митоза (фаза M). Наблюдая за последовательными изменениями состава активных генов и работающих ферментов, можно изучать цикл на генетическом и химическом уровнях и выявить факторы, управляющие им. Для этого применяют, в частности, метод соматической гибридизации — добиваются слияния двух клеток, находящихся на разных стадиях цикла, и смотрят, к чему это приводит.

Хартуэлл из Университета штата Вашингтон в начале 70-х годов доказал, что у дрожжей в реализации клеточного цикла участвуют более ста генов (названных CDC — Cell Division Cycle). Среди них он нашел важнейший ген (*start*), который запускает переход от фазы G_1 к фазе S, то есть инициирует процесс, приводящий в итоге к делению клетки. Он изучал также последствия облучения дрожжей рентгеном на разных стадиях цикла и ввел понятие точки контроля (*checkpoint*), когда перед началом митоза клетка проверяет, правильно ли завершился процесс репликации генетического материала (если нет, то включается механизм репарации — исправления ошибок). Он также выявил ряд мутаций, которые сказывались на той или иной стадии цикла.

Нерс и Хант из Лондонского онкологического центра пролили свет на биохимические механизмы регуляции. В середине 70-х годов Нерс открыл у дрожжей ген *cdc2*, который отвечает за пе-

реход к митозу (к фазе M), а десятью годами позже — соответствующий ген в клетках человека. Нерс выяснил, что они кодируют ферменты киназы, функция которых — фосфорилировать, то есть делать активными другие ферменты.

А что регулирует работу киназ? Хант обнаружил белки, названные «циклинами», содержание которых в клетке периодически меняется, и доказал, что именно они приводят в действие киназы Нерса (поэтому ферменты обозначили CDK — Cyclin Dependent Kinase). Каждый циклин связывается со своей киназой, тем самым определяя, какие именно белки должны быть активированы (а синтез и распад тех или иных циклинов идет под управлением другой системы генов и ферментов, которую сейчас интенсивно изучают). Оказалось, что циклины у разных видов эукариот идентичны, то есть в ходе эволюции эти ключевые регуляторы мало изменились.

Клеточный цикл обеспечивает непрерывность жизни — как сформулировал еще Р.Вирхов, «*omnis cellula e cellula*» (всякая клетка от клетки). Он же лежит в основе развития организмов из яйцеклетки, с ним тесно связаны процессы дифференцировки и апоптоза. На цикл влияют и внешние факторы (межклеточные взаимодействия, гормоны), а нарушения в нем могут привести к бесконтрольному делению клеток; так, показано, что повышенный уровень содержания одного из циклинов обычно сигнализирует о ее злокачественном перерождении и что мутировавшие гены клеточного цикла способны стать онкогенами. Наиболее полно сейчас изучено влияние на этот процесс ионизирующей радиации.

Добытые нынешними лауреатами знания составляют фундамент цитологии и уже вошли в учебники. А Нобелевские премии вступили во второй век своего существования.

**Подготовил
Л. Верховский**





Грамматика эволюции человека

Насмотревшись, Ивлев осторожно поставил шкатулку на место; потом взялся за книжечку. Это была крохотная, прелестно изданная почти сто лет тому назад «Грамматика любви, или Искусство любить и быть взаимно любимым».

— Эту книжку я, к сожалению, не могу продать, — с трудом проговорил молодой человек, — она очень дорогая...они даже под подушку ее себе клали...

— Но, может быть, вы позволите хоть посмотреть ее? — сказал Ивлев.

— Пожалуйста, — прошептал молодой человек.

И.А.Бунин. Грамматика любви

Эволюция человека... Что ее направляет и куда она движется? Правильнее, однако, говорить об эволюции не человека, а человечества. Ибо отдельная особь, как известно, не эво-

люционирует: эволюционирует популяция особей, то есть биологический вид. А особь — это временный сосуд для хранения генофонда популяции. И эволюция, по сути, есть процесс, который одним таким сосудам (в данный момент времени — хорошим) способствует в передаче эстафеты жизни, а другим — нет. И весь вопрос в том, что именно означает свойство «хороший».

Самый первый ответ: это самые крепкие и надежные «сосуды», которые в процессе хранения и передачи золотого фонда наследственной информации делают это наилучшим образом. Формально именно так. Сей эволюционный принцип называется преимущественным размножением наиболее жизнеспособных. Именно такие особи оставляют наибольшее число потомков. А естественный от-

бор выбирает из них самых лучших.

Но что правильно для животных, то не всегда верно для человека (хотя, если формально, он животное тоже). С повышением в некоторых обществах, или субпопуляциях, качества жизни и уровня здравоохранения успешно размножаться стали не только физически самые сильные, но и те, кто в прежние эпохи так и не успевал дожить до возраста, когда мог оставить потомство, или, если доживал, все-таки не мог успешно конкурировать за партнершу.

Теперь общеизвестное. Численность популяции зависит от рождаемости, выживаемости и длительности жизни (смертности) ее особей. Так? Конечно. А если не об особях, а о представителях популяций человека? Тут возникли свои эволюционные особенности. Чем выше уровень жиз-



ни, тем ниже рождаемость, выше выживаемость и выше средний возраст (продолжительность жизни). И наоборот: чем ниже экономический статус общества, тем выше рождаемость, ниже выживаемость и короче длительность жизни. (Случается, к сожалению, и другой вариант, отраженный в черном юморе анекдота времен начала российских реформ: «Мы будем жить хуже, но зато недолго». То есть это ситуация, когда с развалом хоть какой-то экономики понижается и рождаемость, и длительность жизни.) Но в целом можно констатировать: в современных человеческих обществах эволюция зависит не столько от естественного отбора факторами природной среды, сколько от социально-экономических условий, которые, в свою очередь, во многом опосредованы национальными (этническими) особенностями, психологией, традициями — в общем, менталитетом.

Наверное, для человечества было бы хорошо, чтобы умные, честные и работающие размножались интенсивнее, чем те, которые отмеченными качествами не обладают. Да, чудесная мечта. Но посмотрим, что, скажем, у приматов. Тут преимущественное право оставлять потомство имеет воjak. Он самый сильный, опытный и по своему справедливый. И эти достоинства он должен подтверждать каждый год, когда наступает период брачных турниров. Вот это и есть вторая форма движущей силы эволюции — половой отбор. Он действует после естественного. Самцы жестоко конкурируют между собой за право передать свои высококачественные гены наибольшему количеству самок. Так будет лучше для вида.

Что касается людских сообществ, то и в третьем тысячелетии существуют страны, где мужчина может иметь столько жен, сколько может прокормить, одеть и обуять. Количество детей в таких ситуациях достигает многих десятков. Связана ли способность прокормить своих многих жен с умом, честностью и работоспособностью мужчины? Оставим ответ на этот воп-

рос для женщин — им виднее. Но независимо от того, как они ответят (хотя и понятно, что вряд ли по-честному), нам уже ясно: разные субпопуляции Homo sapiens эволюционируют по-разному. Вот это — ключевой момент!

Действительно, как обстоит дело в тех сообществах, где многоженство запрещено? У кого здесь больше детей? У умных или у остальных? Подсчитать количество детей на брачную пару, в общем, несложно — трудней определить интеллект. И действительно, методики определения коэффициента интеллектуальности (будем впредь называть его сокращенно КИ; по-английски это всем известный IQ) и психологических особенностей вызывают много дискуссий. Например, отдельные специалисты говорят, что такие методики, разработанные в Западной Европе и США, основаны на культурных и экономических реалиях этих стран и поэтому неприменимы, скажем, в России. Ну, что до «неприменимы», это, конечно, слишком, но нюансы есть. Как-то раз я с коллегами проходил тестирование по одной американской компьютеризированной программе. В итоге некоторые из моих вполне добропорядочных коллег оказались типами «с параноидально-угловыми наклонностями». А я — нет. На вопрос: «Доверяете ли вы милиции?» (в подлиннике, разумеется, было «полиции») я прикинулся американцем и соврал. То есть ответил «да». А они ответили по-нашенски, то есть, понятно, «нет». Хотя бы на этом анекдотичном примере социокультурную разницу между субпопуляциями «запад» — «восток» улавливаете?

Еще одна проблема — это адекватность выборки: как именно подбирать группы людей для изучения их умственных и психологических характеристик? Случайно, или по сходному возрасту, или по одинаковому годовому доходу? Несмотря на эти серьезные трудности, в развитых странах методики тестирования интеллекта и психологических характеристик постоянно улучшаются, а приемы их статистической обработки совершен-

ствуются. И результаты исследований, в том числе и те, которые касаются генетических основ интеллектуальных и психологических характеристик, публикуются в серьезных академических журналах — таких, как «Behavioural Genetics», «Human Genetics», «Journal of Personality and Social Psychology» и других. Поэтому все, что будет написано ниже, относится к обобщению именно таких результатов, полученных в развитых странах; что касается бывшего СССР и нынешней России, то тут вопрос КИ ее многочисленного и этнически различного населения очень большой и тяжелый.

*У вейсманистов-морганистов дети
похожи на родителей,
а у лысенковцев — на окружающую
среду.*

Хорошо известный факт

Итак, что зависит от генов? И какие именно гены, определяющие интеллект и особенности психики, предпочтительно передаются детям и внукам?

Есть в генетике поведения новое направление, которое так и называется: genetics of personality (генетика личностных характеристик). Оно изучает влияние генов и окружающей среды на три основные группы поведенческих особенностей людей, а именно: на познавательные (когнитивные) способности, на психологические черты личности и на психопатологию.

Ну, например, как вы считаете, чем именно, генами или средой, определяются: неугомонная активность и равнодушная пассивность, мнительность и тревожность, экстравертность и интровертность, самостоятельность и зависимость, интеллектуальность, политические предпочтения (консерватор, либерал, радикал), отношение к смертной казни (за или против), музыкальные предпочтения (классическая музыка, легкая или электронная), желаемый вид отпуска (альпинизм, пляж, Лувр или огород), сексуальность, альтруизм и агрессивность, патологическая азартность (простите, Федор Михайлович!), алкоголизм (Ве-

ничка, извини!), маниакально-депрессивный психоз и шизофрения (да будет вам земля пухом, великие Ван Гог и Кондинский!), криминальное поведение (тут о персоналиях, тоже всемирно известных, промолчу)?

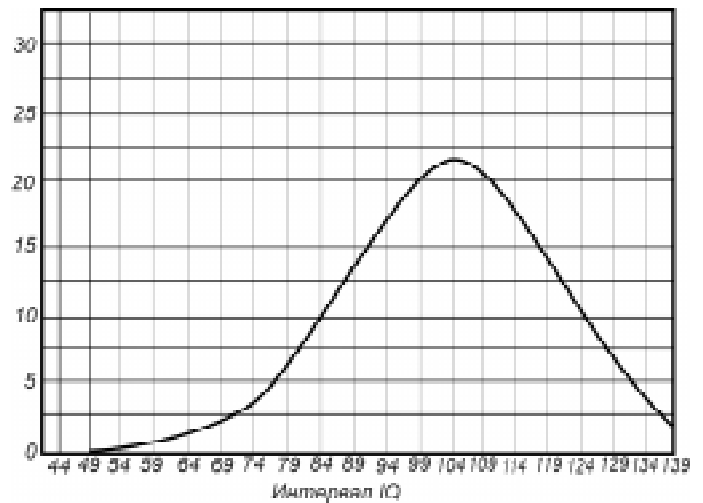
На такие поистине крайние вопросы могут ответить только исследования на близнецах — монозиготных (они происходят из одной яйцеклетки и имеют одинаковые гены) и дизиготных (из разных яйцеклеток; гены тут и одинаковые, и разные), причем близнецах, которые росли вместе со своими родителями (то есть в условиях одинаковой среды) и близнецах, с раннего детства разлученных (росли с приемными родителями). Таких близнецовых пар во всем мире изучено уже много тысяч, поэтому результаты исследований статистически достоверны. И оказалось вот что: по всем перечисленным нами выше признакам монозиготные близнецы сходны друг с другом и со своими биологическими родителями вне зависимости от того, где и как они росли; а дизиготные близнецы менее сходны друг с другом, но куда более чаще совпадают по психологическим характеристикам со своими биологическими родителями, чем с приемными.

Это значит, что перечисленные поведенческие признаки в большей степени определяются генами, а не влиянием окружающей среды. Более того, при исследовании закономерностей развития поведенческих характеристик близнецов, начиная от их рождения и до 15-летнего возраста, был сделан такой вывод: развитие поведения управляется генетической программой — аналогично тому, как и биологическое развитие.

А как же семья, школа и улица? Да, никто не спорит, это тоже важно. Но... но вот такой образ: гены — это уже отснятое изображение на фотопленке, а среда — качество проявителя и условия проявления; меня проявитель и условия проявления, можно изображение или улучшить, или вообще погубить, но превратить козла в ягненка, а агнца во льва — ну никак невозможно!

А как же культурное наследие? Способность его воспринимать, использовать и улучшать (или, увы, уничтожать) также зависит от генов. Вот друзья моего детства: Витюша сейчас в третьей ходке, Игорь публикует стихи в «Новом мире», Марик играет на бирже в Нью-Йорке, а я вот нынче пишу для вас. И у всех у нас было одно наследство — Достоевский, Чехов, Мандельштам, а также Ежов, Лысенко, Хрущев.

1
Распределение значений КИ в популяции.
По оси Y — % в популяции, по оси X — значения КИ



Ну а что касается значений КИ, то многочисленные исследования подтверждают, что и они в значительной степени определяются генами. Распределение значений КИ в популяциях — непрерывно (рис. 1); это говорит о том, что интеллект формируется под контролем многих генов. По разным оценкам, таких генов минимум двадцать два, а в среднем около ста.

Есть данные о том, что у представителей разных рас и национальностей, живущих в одной и той же культурно-экономической среде (такие исследования проводились в США и в Западной Европе), значения КИ существенно различаются. Разумеется, обсуждение этих результатов если и должно проводиться публично, то только на основе политической корректности и исходя из принципов Декларации прав человека.

Браки заключаются на небесах.

Истина в последней инстанции

Итак, поскольку поведенческие признаки определяются генами, то какие именно гены преимущественно передаются потомкам, если эволюция человека действительно происходит? И как именно передаются — за счет каких популяционных закономерностей?

Впрочем, можно поставить вопрос и по-другому: по вашему мнению, люди женятся (выходят замуж) с учетом своих генетических характеристик или как?

Посмотрим, что говорят факты.

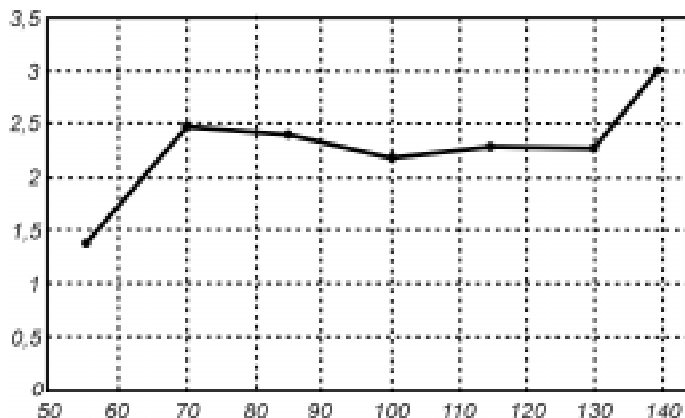
Существует ли связь между КИ родителей и числом детей в семье? Как мы уже говорили, хочется верить, что для будущего человечества было бы лучше, если бы более умные члены популяции размножались интенсивнее, то есть имели большее число детей. Но действительно ли высокие значения КИ полезны для общества в целом? Если да, то

люди с такими значениями КИ должны продвигаться по ступеням социально-экономической лестницы вверх, а с менее высокими или низкими значениями — вниз. Так?

Оказалось, именно так (по крайней мере, в США, где проводились эти исследования). Если КИ у сыновей был выше, чем у отцов, то они, эти сыновья, достигали больших карьерных высот, чем их отцы. И наоборот: если КИ сыновей оказывался ниже родительских, то такие сыновья занимали более низкие ступени на социальной лестнице по сравнению с их отцами. Значит, различия в умственных способностях, которые, как говорилось, в значительной степени определяются генами, приводят к социальной дифференциации популяции. (Заметим: в кастовых и/или тоталитарных обществах такое в принципе недопустимо.)

Еще одно исследование, и очень интересное. Там же, в США, решили сопоставить КИ университетских профессоров и их отцов. Оказалось, и в этом случае различия в КИ у сыновей и отцов коррелировали с перемещением сыновей-профессоров вверх-вниз по социальной лестнице. (Проводились ли аналогичные исследования в СССР и России, нам до сих пор неизвестно. Но правильный ответ на вопрос: «Может ли сын член-корреспондента стать академиком?» хорошо известен: «Нет, не может: у академика есть свой сын».)

Все это подводит нас к важному выводу. Если значения КИ коррелируют с социальной мобильностью (а это, похоже, именно так), то такая мобильность определяет и неслучайное перемещение генов внутри социальных слоев. Теоретически это означает, что подобная закономерность должна приводить к накоплению генетических различий между социальными группами и снижать вероятность случайного

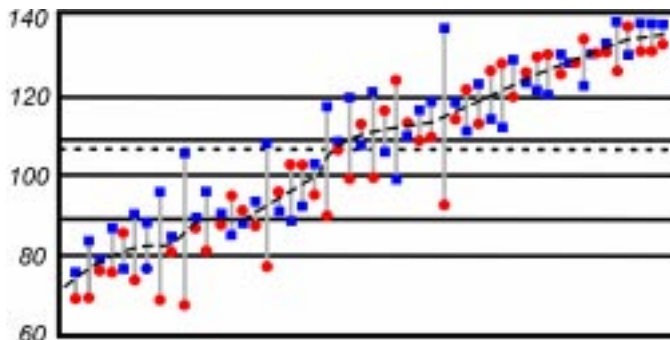


2 Соотношение между КИ и репродуктивным потенциалом среди братьев и сестер, включая холостых и незамужних.

По оси Y — среднее количество детей, по оси X — значения КИ

3 Ассортативность браков по КИ.

По оси Y — значения КИ, пунктирная линия — средние значения КИ, квадрат — КИ мужей, круг — КИ жен



перемещения генов между ними. То есть речь опять же о явной тенденции к генетической дифференциации человеческой популяции.

Так что выходит, что высокая интеллектуальность вроде бы благоприятна — по крайней мере, для тех, у кого она есть. А для общества?

А для общества — увы. В ряде исследований установлена четкая отрицательная корреляция между числом детей в семье и значениями их КИ (чем выше первое, тем ниже второе, и наоборот). И еще нюанс (из той же оперы): при обследовании новобранцев (это было в Голландии) была выявлена отрицательная корреляция между КИ обследуемого и тем, каким по счету ребенком в семье он родился. Иначе говоря, чем больше детей в семье, тем меньше их средний КИ. В семье, где детей от одного до пяти, их КИ составляет 106 — 108 единиц; если восемь — 84, если десять — 62. На основе этих (и других аналогичных) результатов было рассчитано, что среднепопуляционное значение КИ должно постоянно уменьшаться со скоростью от двух до четырех единиц за поколение. Кошмар, да?

Никакого кошмара, потому что, к счастью, на самом деле этого не происходит. Напротив, человечество, кажется, интеллектуализируется, то есть налицо слабая тенденция к постепенному повышению значений КИ (заметьте: интеллектуализироваться — еще не всегда значит уметь; это не так уж одно и то же). Если проанализировать график на рис. 1 даже методом «прищуренного глаза», то видно, что кривая распределения значений КИ в популяции слегка сдвинута вправо — к высоким значениям КИ. К высоким!

Как оказалось, это происходит потому, что среди лиц с низким КИ (ниже 70 ед.) более 30% не оставляют потомства (холостяки и незамуж-



ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

ние), среди лиц со значениями от 101 до 110 ед. — только 10% бездетны, а среди тех, у кого показатель КИ выше 130, — таких, бездетных, всего лишь 3 — 4%. Улавливаете? Значит, чем мы интеллектуальнее, тем более плодовиты — во всяком случае, именно так свидетельствует беспристрастная статистика. Если рассчитать зависимость репродуктивного потенциала всей популяции (то есть — внимание! — с учетом холостых и незамужних) от значений КИ, то график получится с двумя максимумами, причем второй максимум чуть выше, чем первый (рис. 2). Это так называемое бимодальное распределение, или, проще говоря, двугорбое. То есть опять же: лица с более высокими значениями КИ оставляют больше потомства. Неплохая информация для размышлений, не так ли? (Отмечу еще раз: эти данные вытекают из исследований, проведенных в Западной Европе и США — в той части мира, которая считается наиболее цивилизованной.)

*Как будто бы железом,
Обмокнутым в сурьму,
Тебя вели нарезом
По сердцу моему...*

Б.Л.Пастернак

Но ведь для того, чтобы КИ детей повышался, должна быть, наверно, корреляция между значениями КИ у их родителей? Логично.

Как-то раз одна дама предложила Бернарду Шоу: «Давайте поженимся, и у нас будут дети такие же умные, как

вы, и такие же красивые, как я!» — «А если получится наоборот?» — ответил великий пересмешник, и решающий генетический эксперимент не состоялся.

Однако результаты других исследований на эту же тему обнадеживают. Действительно, существует положительная корреляция между значениями КИ мужа и жены — то есть их умственные способности сходны, причем как при низких КИ, так и при высоких. Но вот в области средних значений КИ, похоже, эта корреляция слегка послабее — там, как говорится, возможны варианты (рис. 3).

Ну что, теперь вы согласны, что люди вступают в брак с учетом своих генетических характеристик? «Что-то я, слава Богу, не припоминаю, чтобы меня тестировали на интеллект перед загом», — скажет иная читательница. И верно.

Разумеется, не случайный, а направленный подбор брачных пар проходит не на основе предварительного тестирования, а потому, что «оно само так получается». То есть на неосознанном уровне. Это называется ассортативностью браков — отклонением от свободного скрещивания в популяции за счет предпочтения в подборе партнеров по каким-то определенным признакам, интеллекту в том числе.

Часто говорят, что хорошие супруги похожи друг на друга из-за того, что психологически постепенно притираются друг к другу; в генетике поведения человека это называют



конвергенцией (сближением) фенотипов. На самом деле никакой конвергенции тут нет — это маскировка истинной причины. А она, истинная причина, в том, что психологическое и интеллектуальное сходство супругов вызвано ассортативностью; из-за этой похожести они и поженились. «Ах, она меня так понимает!» На поведенческом уровне такой тип ассортативности обеспечивает постоянство межличностных отношений, дает почву для выстраивания системы общих интересов и житейских предпочтений — значит, снижает число конфликтов в семье. В общем, нет дилеммы: «Куда пойдём, на Аллегрову или на Ростроповича?»

Отметим и такой факт: степень ассортативности, то есть выраженность сходства партнеров, по разным признакам неодинакова. По весу и росту — одна, по интеллектуальности и образованности — другая, по уровню альтруизма (альтернативный вариант — агрессивности) — третья, по цвету волос — четвертая. И кстати, предпочтение может быть, так сказать, и с обратным знаком. Скажем, некоторые крупные, полные женщины предпочитают исключительно худых, стройных мужчин. Или кой-какие мужчины-брюнеты стремятся соединиться лишь с блондинками. В общем, чего только не бывает! И все это приводит к нарушению свободного скрещивания в популяции, когда каждый партнер имеет в принципе равные шансы соединиться с любым другим.

Итак, на поведенческом уровне ассортативность способствует установлению мира в семье. А на уровне популяционно-генетическом? Во-первых, ассортативность признака в ряду поколений приводит к усилению проявления генов, ответственных за этот признак: они накапливаются по возрастающей — признаки-то полигенные! И во-вторых, как уже говорилось, когда речь шла о влиянии КИ на продвижение по социальной лестнице, это ведет к усилению генетических различий между разными группами, то есть субпопуляциями. А в-третьих...

В-третьих, оказалось (впрочем, практикующие врачи знали об этом

давно), что существует ассортативность браков и по некоторым психическим заболеваниям, например по шизофрении. Для чего? В ряду поколений это приводит к тому, что у потомков болезнь проявляется сильнее и в более раннем возрасте. И наступает момент, когда по понятным причинам психически тяжело больной человек в брак вступить уже не может. Тем самым он выводит гены, ответственные за проявление психопатологии, из генофонда популяции. Так что ассортативность предотвращает накопление вредных генов в популяции.

И еще. Вроде бы в последние десятилетия в большинстве развитых стран растет число одиноких и разведенных людей, интеллект которых не ниже среднего. Что это значит? Неудачи в подборе второй половины? Или она им вообще не нужна? И потому такие «самодостаточные и эгоистичные» гены не стоит вкладывать в генофонд популяции? А вся эта безусловно трагическая история с вирусом СПИДа: ведь благодаря ему из сообщества удаляются люди с нетрадиционным половым поведением — удаляются и уносят в небытие свои гены, ведь так? В общем, тут пока много неясного. Поживем — поймем.

Что ж, подытожим. Похоже, что человечество (по крайней мере, его существенная часть) эволюционирует по пути увеличения генетической дифференциации субпопуляций. Это, может быть, странно, ибо мы эволюционно как бы возвращаемся к пройденному этапу, только на новом уровне: тысячелетия, да и столетия назад род людской жил в условиях значительной территориальной разобщенности, в силу чего, как известно, браки заключались исключительно внутри небольших по численности групп населения. Теперь, по сути, почти то же, только подбор партнеров идет уже по вполне определенным признакам и не в пределах «своей деревни». Да, теперь вполне можно остановить свой выбор, скажем, на иностранке — желательнее только, чтобы она была на тебя похожа, и не

столько внешне, сколько духовно, интеллектуально, психологически. Однако у кого-то есть такие возможности, а другим это вообще не нужно. Бомж бомжиху поймет быстрее, чем люди другого склада; другие им и не нужны. «Рыбак рыбака видит издалека». Так или иначе, но к увеличению генетического расстояния между субпопуляциями это, безусловно, приводит.

В общем, прогрессивная эволюция — это всегда усложнение, а усложнение — это дифференциация. И сейчас, наравне с всегда действующими жестокими формами отбора — естественным и половым, — в эволюцию человечества пришел новый движитель. Назвать его? Пожалуйста: свободный (но дифференцированный!) выбор себе подобных для передачи генов потомкам.

Кому-то покажется, что это частность, но вот пример такой закономерности. Похоже, что катализаторами эволюции человечества сейчас становятся центры передовых наук и высоких технологий. Эти центры уже есть в Западной Европе, в США, в других регионах, и будем надеяться, что вскоре они появятся и в России. Именно туда, благодаря высоким значениям КИ, с которыми связана социальная мобильность, сегодня стремятся и попадают мужчины и женщины со всей планеты. Продвинутые мужчины и женщины, с теми самыми высокими значениями КИ. Это — центры прогресса, и не только научного и технологического. Там встречаются «свои». Там происходит концентрирование и направление в будущее золотого генофонда популяции *Homo sapiens*.

И в заключение следующее, очень важное для эволюции человечества.

«И, вынув из кармана «Граматику любви», (Ивлев) медленно перечитал при свете зари стихи, написанные на ее последней странице:

*Тебе сердца любивших скажут:
«В преданьях сладостных живи!»
И внукам, правнукам покажут
Сию Граматику Любви».*



М

Кандидат физико-математических наук
Е.М.Андреев,
Институт народно-хозяйственного прогнозирования РАН

Мир поздних мам



ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА



Если внимательно следить за научными публикациями, которые так или иначе касаются тенденций эволюции *Homo sapiens* на современном этапе, то, в числе прочего, возникает и такое ощущение: в мире, который мы называем западным, постепенно падает не только рождаемость, но и неуклонно сдвигается в сторону к бальзаковскому возраст женщин, рождающих первого (и последнего?) ребенка. Так это или не так? И если верно первое, то какие социальные препосылки тому причиной? И главное, хорошо ли это — в том числе с медицинских позиций?

Ответить на эти вопросы в рамках нашей новой рубрики «Человек: вчера, сегодня, завтра» (начало — см. № 11 за 2001 год) мы попросили известного российского демографа Е.М.Андреева, который прежде уже не раз печатался на наших страницах. Демография, как известно, это наука о закономерностях воспроизводства населения. Именно закономерностях. Ну а хороши они или плохи, за это, понятно, демография не отвечает. Она констатирует и, насколько это возможно, прогнозирует.

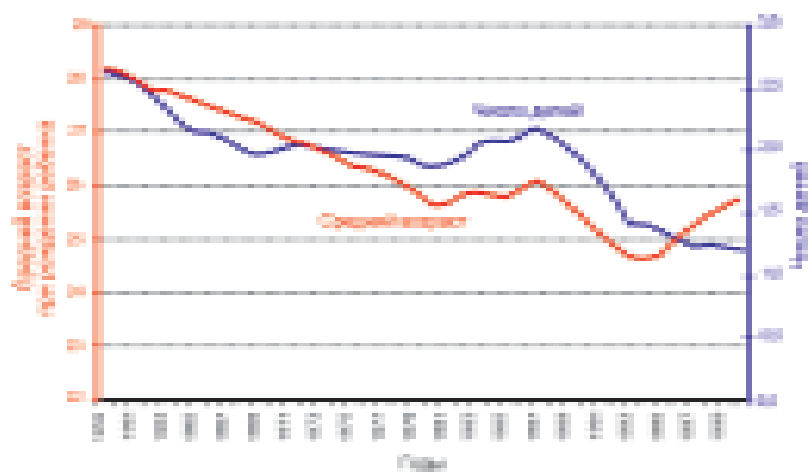
Впрочем, констатировать и прогнозировать способна не только демография, но еще и медицина, если речь идет о здоровье человека, и в первую очередь, ребенка. И потому в конце статьи, которая сейчас перед вами, — еще и короткий комментарий медика-генетика.

В последние годы действительно увеличивается возраст женщин при рождении детей. Начнем с России. Согласно «Демографическому ежегоднику России — 2000» (с. 148), в период с 1995 по 1999 годы средний возраст матери при рождении ребенка возрос на полгода — с 24,9 до 25,4 лет. В 2000 году он, по нашим расчетам, увеличился сразу на 0,4 года и стал равен 25,8. Однако нельзя сказать, что увеличение этого показателя отражает некоторую универсальную, долговременную тенденцию рождаемости. Как следует из графика на рис. 1, по крайней мере с 1959 по 1981 год он снижался, потом несколько вырос к 1987 году, затем вновь заметно снизился к 1995 году и лишь после этого начал расти. Вот такая, далеко не однозначная тенденция за последние сорок лет.

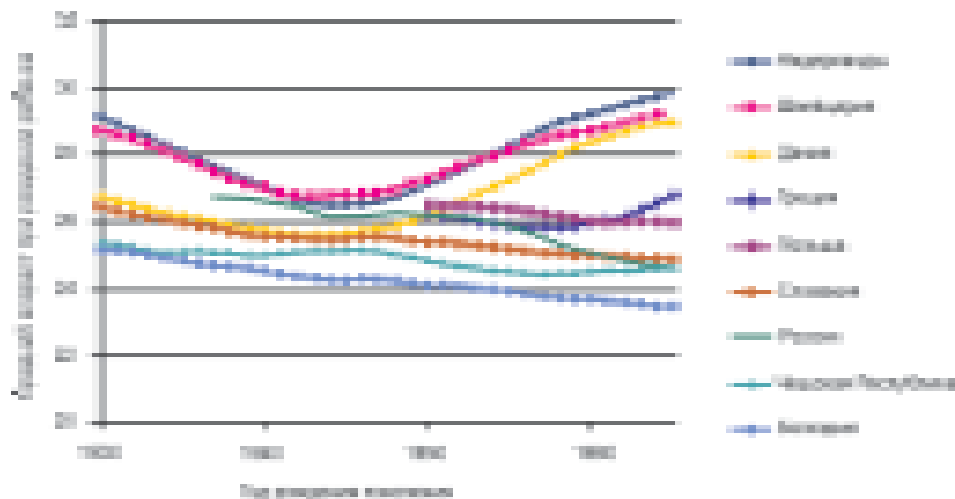
Кстати, практически аналогичная картина наблюдалась во многих европейских странах, которые регулярно публикуют сведения о среднем возрасте матери при рождении ребенка. Эти данные сведены здесь нами в таблицу, приведенную ниже. Как видно, почти во всех этих странах в период с 1960 по 1975 годы средний возраст матери при рождении ребенка снижался, а с середины 80-х годов стал расти.

Чтобы лучше понять суть закономерности, о которой идет речь, нам надо прежде всего разобраться: а что это такое — средний возраст матери при рождении ребенка? То есть что это за показатель, публикуемый в статистических справочниках? Цитируем из упомянутого выше «Демографического ежегодника» (с. 132): сей показатель вычисляется «как средняя арифметическая из возрастов всех женщин, родивших в данном году детей, взвешенная возрастными коэффициентами рождаемости».

Рассчитанный таким образом средний возраст матери при рождении ребенка показывает, в каком в среднем возрасте женщина родила бы ребенка, если бы в каждом возрасте уровень рождаемости был таким, как и в течение года, для которого вычислены возрастные коэффициенты. По такому же принципу определяются и главный, широко обсуждаемый в прессе показатель — коэффициент суммарной рождаемости. Он показывает, сколько в среднем детей родила бы одна женщина (повторим: именно в среднем, именно одна!) на протяжении всего репродуктивного периода (с 15 до 49 лет) при сохранении в каждом возрасте



1
Средний возраст матери при рождении ребенка и среднее число рожденных детей в России



2
Средний возраст матери при рождении ребенка в поколениях женщин некоторых европейских стран

уровня рождаемости того года, для которого вычислены возрастные коэффициенты. Обе эти величины не зависят от возрастного состава населения и характеризуют уровень рождаемости в данный календарный период. То есть это — календарные, до некоторой степени условные, величины.

Конечно, публикуются, хотя гораздо реже, и «честно» рассчитанные показатели среднего возраста женщин при рождении детей — то есть показатели не условные, а прямые. Их можно получить только для поколения женщин, уже родивших всех своих детей (это женщины в возрасте старше 45–50 лет). Но для расчета такого показателя необходимо иметь данные о возрасте рождения детей в этом поколении женщин. Беда в том,

что далеко не все страны располагают подобной информацией. Вот поэтому и приходится пользоваться показателями, рассчитанными для календарного периода.

Да, эти последние в принципе позволяют судить об изменениях материнского возраста деторождения, хотя тут не всегда все «чисто». Зачастую они сглаживают, а иногда и искажают колебания среднего возраста женщин при рождении детей. Такие искажения особо заметны в периоды резких демографических эксцессов. Но зато эти самые, рассчитанные для календарного периода, показатели, позволяют уловить наметившиеся тенденции еще до того, как поколения достигнут возраста 45–50 лет. А это, как вы понимаете, совсем не плохо.

Средний возраст матери при рождении ребенка в европейских странах после 1960 г.

	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	1997	1998	1999
Австрия	27,6	27,3	26,7	26,3	26,3	26,7	27,2	27,7	27,9	28,0	28,1
Белоруссия	29,0	28,5	27,7	26,9	26,1	26,0	25,0	24,6	24,7	24,8	24,9
Бельгия	28,0	27,6	27,2	26,6	26,6	27,2	27,9	28,5	—	—	—
Болгария	25,1	24,8	24,7	24,4	23,9	23,9	23,9	24,1	24,5	24,5	24,7
Великобритания	27,8	27,1	26,3	26,5	26,9	27,3	27,7	28,2	28,3	28,3	28,4
Венгрия	25,8	25,6	25,4	25,3	24,7	25,0	25,6	26,4	26,7	26,9	27,1
Германия	27,5	27,1	26,6	26,3	26,4	27,1	27,6	28,3	28,5	28,6	—
Греция	—	—	—	26,8	26,1	26,3	27,2	28,2	28,6	28,7	—
Дания	26,9	26,8	26,7	26,4	26,8	27,8	28,5	29,2	29,4	29,5	29,6
Ирландия	—	—	—	29,6	29,7	29,8	29,9	30,2	30,4	30,4	30,5
Исландия	27,7	26,9	26,0	25,7	26,2	26,8	27,6	28,7	28,6	28,8	28,7
Испания	—	30,1	29,6	28,7	28,2	28,4	28,9	30,0	30,4	30,6	—
Италия	29,2	28,7	28,3	27,6	27,4	28,0	28,9	29,7	—	—	—
Кипр	28,3	—	28,6	26,4	26,1	26,2	27,1	28,2	28,4	28,4	28,6
Латвия	—	27,4	26,4	26,2	25,3	25,5	25,7	25,8	26,4	26,6	26,8
Литва	29,5	28,8	27,7	27,3	26,8	26,8	25,8	25,6	26,0	26,3	26,5
Люксембург	—	—	27,2	27,1	27,5	27,9	28,4	28,9	29,2	29,2	29,4
Македония	29,0	28,0	27,3	26,8	26,2	25,9	25,7	25,9	26,1	26,2	—
Нидерланды	29,8	29,0	28,2	27,4	27,7	28,4	29,3	30,0	30,2	30,2	30,3
Норвегия	27,9	27,7	27,0	26,4	26,9	27,5	28,1	28,8	29,1	29,2	29,3
Польша	27,6	27,3	27,0	26,8	26,5	26,4	26,2	26,9	27,1	27,2	—
Португалия	29,6	29,5	29,0	28,3	27,2	27,2	27,3	28,1	28,3	28,5	28,6
Республика Словакия	26,9	26,7	26,2	25,9	25,3	25,1	25,1	25,6	—	—	26,4
Румыния	26,5	25,9	26,6	26,0	25,3	25,2	25,5	25,0	25,3	25,4	25,6
Словения	28,0	27,1	26,7	25,9	25,4	25,5	25,9	27,0	27,5	27,8	28,0
Украина	27,3	27,1	26,5	26,1	25,4	25,4	25,0	24,4	24,6	24,7	—
Федеративная Республика Югославия	26,9	26,2	26,1	26,2	26,3	26,2	26,2	26,7	—	—	—
Финляндия	28,3	28,0	27,1	27,1	27,7	28,4	28,9	29,3	29,4	29,5	29,6
Франция	27,6	27,3	27,2	26,7	26,8	27,5	28,3	29,0	29,2	29,3	—
Хорватия	26,9	26,3	26,0	25,7	25,5	25,7	26,0	27,4	27,9	27,9	27,8
Чешская Республика	25,4	25,5	25,0	25,1	24,7	24,6	24,8	25,8	26,4	26,6	26,9
Швейцария	28,7	28,2	27,8	27,5	27,9	28,4	28,9	29,4	29,6	29,7	29,7
Швеция	27,5	27,2	27,0	26,7	27,6	28,4	28,6	29,2	29,5	29,7	29,8
Эстония	—	—	26,7	26,2	25,7	25,9	25,7	25,6	26,2	26,4	26,6



ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

И еще. К сожалению, далеко не все страны располагают данными о среднем возрасте деторождения именно в реальных поколениях. В последних документах на эту тему Совета Европы (Recent demographic developments in Europe 2000. Council of Europe Publishing) представлены данные только для девяти европейских стран: Болгарии, Греции, Дании, Нидерландов, Польши, России, Словакии, Чешской Республики и Швейцарии (рис. 2). Эти данные, полученные в ходе специальных обследований, относятся к поколениям матерей, родившихся в 1930–1965 годах. Заметим, что для женщин самых молодых поколений (при об-

следовании им было 30–35 лет) показатели возраста деторождения еще могут измениться, поскольку они, эти женщины, сегодня еще не достигли окончания репродуктивного периода.

Анализируя кривые на этом рисунке, сразу отметим, что резко поползли вверх показатели только для Нидерландов, Швейцарии, Дании и Греции. Остальные пять стран из девяти, данные о которых представлены в упомянутом выше документе Совета Европы, такую тенденцию не демонстрируют. Давайте обратим внимание, что это за страны: Польша, Словакия, Россия, Чехия и Болгария. Бывший соцлагерь.

Теперь попытаемся понять, какие процессы лежат за столь противоречивыми показателями возраста деторождения в европейских странах.

Несомненно, что, как говорят демографы, главные изменения календаря рождений связаны с процессом, получившим название **демографического перехода**. Что это такое?

На протяжении нескольких тысячелетий на Земле господствовал традиционный тип смертности. Одна из его главных особенностей — это чрезвычайно высокая смертность детей: не менее половины из них умирали, так и не дожив до взрослого возраста —



ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

то есть возраста репродукции. Поэтому средняя продолжительность жизни обычно не превышала 30–35 лет. В годы экстраординарных повышений смертности, а такое случалось периодически (войны, голод, репрессии, природные катаклизмы) продолжительность жизни падала до ужасающе низких значений.

Именно такой, традиционный тип смертности в Западной Европе существовал до середины XVIII столетия. А затем там началось ее интенсивное снижение.

Теперь оглянемся назад. В условиях, когда продолжительность жизни составляла еще 30–35 лет, фактически каждая здоровая женщина, для того чтобы, так сказать, поддержать существование человеческого сообщества, должна была рожать столько детей, сколько могла — то есть почти в течение всего отпущенного ей жизнью репродуктивного периода. Так и было: женщины достаточно рано вступали в браки и рождали первенца, как правило, до 20-летнего возраста. Однако, несмотря на это, средний возраст матери при рождении ребенка был близок к 30 годам, поскольку за свою жизнь она успевала родить 6–8 детей, а то и больше (то есть это — средний возраст матери при рождении среднего ребенка).

Но вот ситуация изменилась: снижение смертности в Западной Европе открыло возможность поддерживать неизменную численность населения за счет значительно меньшего числа рождений. И сегодня в большинстве стран мира для этого достаточно, чтобы женщина имела в среднем 2,1–2,3 детей. Однако изменение социальных норм, так или иначе регулирующих деторождение, отставало от снижения смертности, что приводило, а в ряде стран приводит и сейчас, к быстрому росту населения. Особенно существенен этот рост оказался в странах, где снижение смертности началось позже, чем в продвинутой Западной Европе, и, поскольку они, эти страны, уже могли использовать опыт и достижения стран-лидеров, снижение смертности у них

шло значительно быстрее. Этот процесс роста населения в условиях снижения смертности получил название **демографического взрыва**.

Однако быстрый рост населения, как правило, не отвечает интересам общества, да и семья вовсе не заинтересована иметь 5–10 живых детей. (Отметим в скобках: высокая рождаемость в условиях традиционного типа смертности вовсе не означала, что в те давние столетия в семье было много детей и тем более что многие из них становились взрослыми.) Поэтому в большинстве стран следом за снижением смертности начинается снижение рождаемости. Вот это и есть то, что в демографии называется **демографическим переходом**. Эта ситуация открывает перед женщинами возможность выбора календаря рождений: можно впервые родить в 20 лет, а можно и куда позже. Весь вопрос в том, как, простите, это технически осуществить.

Человечество изобрело только три способа уменьшения числа рождений: воздержание, предотвращение беременности и искусственный аборт.

Известно, что снижение смертности в Западной Европе почти не сопровождалось демографическим взрывом. Темп роста населения там был весьма умеренным. Произошло это, по-видимому, благодаря так называемому европейскому типу брачности: не только мужчины, но и женщины вступали в брак достаточно поздно. По оценкам западных демографов, в XVIII — XIX столетиях средний возраст женщины при вступлении в брак составлял 25 лет, что само по себе снижало уровень рождаемости не менее чем на четверть.

А вот в России главным инструментом-регулятором снижения рождаемости с начала 30-х годов XX века и почти до настоящего времени был... да, аборт. К нему прибегали, как правило, когда желаемое число детей в семье было достигнуто. Таким образом, контроль рождаемости чаще всего достигался отказом от рождений в

старших возрастах. То есть снижение уровня рождаемости как бы означало ее омоложение.

И еще: омоложение рождаемости в те недавние годы шло даже быстрее, чем снижение среднего числа деторождений. Можно полагать, что этому способствовали три обстоятельства: всё более раннее созревание современных женщин и, соответственно, более раннее начало половой жизни, несовершенство нашей российской контрацепции (или неумение-нежелание применять импортную) и нежелание прерывать первую беременность.

Но все это было характерно для периода до начала второй половины 90-х годов. А вслед за тем снижение рождаемости происходило уже не так. Прежде всего уменьшалось число рождений в самых молодых возрастах. При этом заметно снизилось и число аборт (по крайней мере, зарегистрированных). Все это говорит о том, что наше население, особенно молодое поколение, постепенно осваивает современные средства предотвращения беременности. То есть возможность планировать деторождение постепенно превращается в реальность. Стало быть, как ни крути, а возраст матерей при рождении первого ребенка, скорее всего, будет сдвигаться к более поздним срокам. В странах бывшего соцлагеря в том числе.

И последнее. Как все-таки относиться к этому факту — увеличению возраста матерей при рождении детей?

Существует, например, мнение, что вынашивание первого ребенка после 25 или 30 лет чревато осложнениями беременности и родов, что может сказаться на его здоровье. Возможно, когда-то это было верно. Но достижения современной медицины, и в частности эффективность родовспоможения, сводят такую вероятность к минимуму. По крайней мере уровень младенческой смертности (то есть до 1 года) в европейских странах, где средний возраст матери при рождении ребенка уже выше 28 лет, не превосходит 6 умерших на 1000 новорожденных. А это в 2,5 раза ниже, чем в России.

Ну и не забудем про социальный аспект. Раннее рождение ребенка зачастую мешает женщине получить законченное образование, продвигаться по служебной лестнице, сделать карьеру. Поэтому, на наш взгляд, нет ничего плохого в том, что женщина стремится добиться определенного социального статуса, а уже потом родить ребенка. Может быть, это шаг к реальному равенству полов.

Краткое послание женщинам добальзаковского возраста



ЧЕЛОВЕК: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Мир феминизируется, это правда. Хорошо это или плохо, у каждого свое мнение, но если налицо закономерность, то нужно смириться, а не заламывать руки или грезить о прошлом. Когда-то был матриархат (впрочем, многие современные историки всерьез считают, что это всего лишь миф), потом, и долго, патриархат, и вот вскоре наступит эпоха параархата. «Пара» — это по-латыни «возле», «около». То есть, во многом утратив роль хранительницы очага, женщина будет пытаться играть роль, которая в социуме всегда предназначалась мужчине. В общем, действительно ни то ни се, что-то промежуточное. «Когда бы грек увидел наши игры...»

Жесткие выкладки в статье Е.М.Андреева, базирующиеся на данных мировой демографической статистики, почти не оставляют сомнений, что так и будет. Будет параархат. Ну, может, и будет, но (позволю себе такую вольность — прогнозировать) недолго. С исторических позиций, конечно. Век, два.

У меня другие знания, хотя обличающей статистики под рукой нет.

Вот уже многие столетия (а если со времен Гиппократов, то тысячелетия) в медицине, а точнее, в акушерстве существует такой термин — старопервородящая. Да, не куртуазный термин, конечно, но что делать! Это — женщина, впервые рожаящаяся в возрасте от 35 лет и выше. Тут я, врач, мужчина, сделаю паузу и, как говорится, жутко извинюсь: чтобы о женщине, которой всего-то 35 лет, сказать, что она старая?! Да это ж самый расцвет!

Но я недаром оговорился, что я еще и врач. То есть думаю не столько о себе или себе подобных, сколько, главное, о наших детях.

Так вот, если о детях. Вся медицинская, в том числе аку-

шерская практика, опять же со времен Гиппократов и до наших дней, неумолимо свидетельствует о том, что эти женщины, скажем так, бальзаковского возраста, решившие наконец впервые родить, делают это хуже, чем молодые и, помимо этого, получают потомка, отягощенного целым комплексом осложнений.

Теперь перечислю, не вдаваясь в детали, и отмечу то, что характерно как правило:

— более тяжелые и более затяжные роды (заветное правило древних врачей: «Солнце не должно всходить над роженицей два раза!»), что дает высокий риск асфиксии младенца;

— целый ряд осложнений для матери в процессе родов: разрывы, затяжной период отхождения плаценты и т.д.;



— постнатальный период повышенно осложнен микроинфекциями;

— парадоксальные реакции на регулярную вакцинацию;

— большая склонность детей к аллергическим реакциям, а по сути и в дальнейшем — к иммунным и аутоиммунным заболеваниям;

— повышенный генетический риск врожденных пороков развития и некоторых хромосомных аномалий (в частности, болезнь Дауна четко коррелирует именно с поздними родами — точнее, после 35 лет).

Остановимся. Потому что разбирать, отчего весь этот букет нездоровья — тема даже не для отдельной статьи, а для многотомного пособия по педиатрии и медицинской генетике. Хотя... хотя есть и такие данные: поздние дети (если они, слава Богу, кое-как справятся хотя бы с теми невзгодами, о которых я вкратце поведал выше), как правило, достаточно талантливы. Может быть, тут играет свою роль внешняя среда? То есть папам и мамам, которым уже за тридцать, есть что сказать и передать своему ребенку, не в пример периоду, когда им было по двадцать? А может, все дело в прекрасных бабушках, которым к тому времени (ко времени, когда их тридцатилетние дети соизволят наконец родить им внука) станет по 55—60 и они осознают себя именно бабушками, а не только выброшенными за борт активной социальной жизни пенсионерками? Ведь как говорил Киплинг: «Детей должны воспитывать бабушки; матери созданы только для того, чтобы их рожать». Согласимся — старый консерватор был прав: рожать должны молодые, а воспитывать надобно умным.

Вот на этом тезисе можно было бы и поставить точку, если бы не заключительная фраза в статье Е.М.Андреева. Цитирую: «Может быть, это (то есть то, что, отодвигая деторождение на все более поздние сроки, доминанта для современной женщины в первую очередь — ее собственный социальный статус. — А.Т.) — шаг к реальному равенству полов».

Так вот, здесь произвольная подмена термина. Во все прошедшие эпохи речь шла, по сути, вовсе не о социальном неравенстве полов, то есть о неравноправии. На самом деле это был как бы вышедший договор о распределении обязанностей, ролей. У муж-

чины — роль поисковика и добытчика, у женщины — продолжательницы рода и хранительницы очага, дома. Предельно эффективная и экономная система, где каждый ее участник максимально использовал данный ему природой биологический ресурс. Именно поэтому моногамная семья и стала социальным прогрессивной ячейкой общества — иначе человечество не смогло бы так успешно размножаться. Это ясно. Однако современная экспансия феминизма всерьез грозит привести к нарушению того самого высшего договора о распределении ролей в обществе. И тут опять же подмена термина: феминистки борются вовсе не за равноправие как таковое, это обманка, ибо женщинам, по сути, нравится подчиняться (они из этого извлекают вполне определенные выгоды), — они борются за доступ к благам. Им кажется (на подсознательном уровне, конечно), что они ими распорядятся лучше. Зри в корень, как учил К.Прутков.

Эволюционный вывих, длиною в век или два. Ничего, переживем...

И посему мой совет тем мамам, кому до бальзаковского возраста еще далековато: рожайте молодыми! Пока сил у организма — прорва. Они, эти силы, вам для того и дадены. Именно для этого. А что до карьеры, денег и всего прочего, что нынче входит в понятие феминизма, то это все от лукавого. Потому что здоровье детей ни за какие деньги не купишь. Ни за какие!

А.Травин,
кандидат
медицинских наук

Третий ВОЗРАСТ



Все, кто живут достаточно долго, становятся старыми. Что означает это незамысловатое утверждение? Большинство людей предпочитает об этом не думать. Как говорил мальчик Юра Бородин, герой повести Стругацких «Стажеры»: «Я постараюсь умереть раньше, чем не смогу работать», — а оба старших собеседника хотя и посмеялись над ним, но так и не объяснили, в чем он не прав. Всем нам хочется верить, что старость — это просто долгая жизнь: ну, может быть, здоровье со временем станет похуже, особенно если много курить и не делать зарядку. Тем не менее окружающих мы с легкостью делим на старых и нестарых...

«Скажи мне, за что ты не любишь моей седины?»

Было время, прилагательное «старый» имело положительную окраску. В русских былинах «старый» — эпитет Ильи Муромца, первого среди богатырей; еще и теперь (правда, все реже) стариком, стариной называют близкого друга. Сегодня «старый» превратилось почти в ругательство. Воспитанный человек не скажет собеседнику «вы пожилой», и даже в Грузии не каждый решится, как раньше, провозгласить хвалебный тост «за того, кто поднимает этот бокал своей старческой рукой». Быть старым непрестижно, едва ли не стыдно. Недаром специалисты-психологи, медики и все осталь-



ные, кто обязан в некоторых случаях рассматривать старых как особую группу, начали прибегать к нейтральным словесным конструкциям: «период поздней взрослости», «третий возраст» (third age).

Если подробно рассматривать, как изменяется отношение к старым людям от века к веку и от страны к стране, получится большая интересная книга. Но всегда это отношение складывается из двух составляющих: почтение и раздражение. Старые люди — носители мудрости, жизненного опыта, наши любимые бабушки и дедушки,

Е. Клещенко

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

но они же — консерваторы на важных постах, чьи решения мешают людям жить и работать, профнепригодные склеротики и маразматики, занимающие места, которые можно было бы отдать молодым, иждивенцы на нашей шее (сколько ни тверди нам про пенсионный фонд и общественную мораль, но куда же деться от биологических реакций!)... и, наконец, просто невыносимые зануды, чудачки и неряхи.

Нельзя сказать, что вторая составляющая появилась только в современном мире вместе со всеми остальными несчастьями. Древние мифы рассказывают не только о мудрых старцах и старухах, которые легко решают самые хитроумные задачи и этим спасают от смерти героев (а иногда и целый народ), но также о ничем не примечательном правителе, который прожил несколько человеческих веков, потому что приносил в жертву собственных сыновей. Однако практических причин уважать стариков у нас стало гораздо меньше, чем у наших далеких предков. В дописьменную эпоху бережное отношение к старым способствовало выживанию рода по понятной причине: старшие владели информацией. Кроме того, при тогдашней трудной жизни не была лишней ни одна пара рук, так что даже те старики, которые не обладали мудростью, приносили пользу. Теперь большую часть информации, от навыков повседневной жизни до философских глубин, новое поколение получает из книг или в учебных заведениях, и даже в раннем детстве нас обучают не деды, а родители — все, у кого есть такая возможность, от дедов стараются жить отдельно. А что касается экономики — достаточно включить телевизор и посмотреть на лица парламентариев сразу после слов «задолженность по пенсиям». В развитых странах до задолженности дело не доходит, но и там время от времени слышатся стоны: успехи медицины увеличивают процент пенсионеров, работают немногие, а получают многие, выдержит ли бюджет?

При таком раскладе единственное, что побуждает младших уважать стариков, — культурная традиция. Ее вли-

яние не так незаметно, как может показаться на первый взгляд. И сегодня, как отмечают психологи, наличие пожилого родственника в семье престижно, дети и внуки гордятся им, его здоровьем, боевым и трудовым прошлым. Но все же есть что-то необыкновенно оскорбительное в сегодняшнем положении стариков, даже в тех странах, где к психологическому унижению не добавляется экономическое. («Химия и жизнь» совсем недавно писала о том, что французы старше шестидесяти совершают самоубийства во много раз чаще, чем их более молодые современники.)

В современном мире стареющий человек всеми силами отвергает старение. Даже в транспорте, уступив старшему место (то есть отдав дань культуре), можно тем самым его обидеть: мол, не желаю никаких привилегий старости. Однако встречается и обратное: требование привилегий в не совсем приличном тоне и злоупотребление этими привилегиями. Как отметил известный швейцарский психиатр и аналитик Адольф Гуггенбуль-Крейг (к его работам мы еще будем обращаться), люди негодуют, если молодая женщина настойчиво стучит в закрытое окошечко кассы, но не говорят ни слова, если это делает пожилая женщина.

«Балласт для человечества»?

Впрочем, более опасное явление, связанное с пожилым возрастом, — драматическое снижение самооценки. «Пенсионер», «теперь никто», «неужный балласт для человечества» — это выражения из анкет обитателей дома престарелых (работы С.Г. Максимова, Алтайский государственный университет). Подобное, пусть и в более легкой форме, происходит с каждым человеком, который выходит на пенсию. И дело тут отнюдь не только в материальных потерях.

Человек на пенсии, как говорят психологи, утрачивает свой «микросоциальный экран»: он больше не при-



Скажи мне, за что ты не любишь моей седины?
Постой, оглянись, я за нею не знаю вины.

Быть может, за то, что она — как свечение дня,
Как жемчуг в устах? Почему ты бежишь от меня?

Скажи мне: достоинство юности разве не в том,
Что мы красотой и приятностью внешней зовем, —

В ее вероломстве, ошибках, кудрях, что черны,
Как черная участь разумной моей седины?

Абуль-Аля аль-Маарри

надлежит к маленькой группе людей, заинтересованных в нем и в его работе. Не важно, что тебе сказал хам в трамвае, когда тебя ждут коллеги и срочные дела, но все меняется, когда ты «свободен и ничей», у тебя сколько угодно времени для невеселых размышлений и никакой компенсации в виде собственной нужности.

Не будем говорить подробно о проблемах со здоровьем, хотя очевидно, что у большинства немолодых людей они появляются. Для понимания психологии старого человека не менее важно другое. Мы идентифицируем себя со своим внешним обликом: я — это тот, кто в зеркале. По внешности судят о нас окружающие. Нет ничего удивительного в том, что изменения во внешности, сопутствующие старости, и снижение физических способностей болезненны для самого индивидуума — и чутко ощущаются другими людьми. (Те из читателей, кого на улице и в метро уже окликают не «девушка», а «мадам», или не «молодой человек», а «мужик», понимают, о чем речь.) Морщины и седина — это переход в новый социальный статус. Причем, как мы уже отметили, переход с понижением.

А дальше — цепная реакция. Человеку дают понять в более или менее интеллигентной форме, что он «балласт для человечества», он начинает следить за собой, преувеличивать совершаемые промахи, огорчается из-за них и утверждает во мнении, что жизнь кончена, а это сказывается на дальнейшем поведении...

Но действительно ли разум угасает с возрастом, даже если человека не настигают заболевания мозга? Существуют ли исследования, дающие ответ на вопрос: как различается мышление у старых и молодых?

Иногда приходится читать, что интеллектуальные возможности человека к старости неуклонно снижаются, что старики по IQ сравнимы с детьми-дошкольниками. Но есть еще и Карл Юнг, отец аналитической психологии, который писал, что в старости начинается самый важный этап духовного развития человека («эго уступает место самости»), есть и до

сих пор живущее народное мнение, что старые люди как-то по-особому мудры. Все это намекает на то, что старость — не только потеря молодости, но и некое приобретение. Или, по крайней мере, возможность приобретения: цитируя Эриха Фромма, знаменитого немецко-американского психолога и социолога, человек умирает прежде, чем успевает полностью родиться. Осталось выяснить, что такое это «полное рождение».

Резервные возможности

Значительный вклад в исследование психологии старения внес американский ученый Пол Балтес — известный представитель «life-span psychology», психологии всей продолжительности жизни. Балтес пишет, что точный диапазон интеллектуальных возможностей индивидуума на каждом этапе жизни нельзя определить заранее, он может быть очерчен только приблизительно. Вообще, каждое продвижение в развитии приносит как новые адаптивные приобретения, так и утраты. (Например, способность сосредотачиваться на одном предмете, которую человек приобретает при взрослении, одновременно сужает, ограничивает восприятие мира.) Однако и поздний период жизни — не только утраты, но и приобретения.

О том, что возможности тестирования интеллекта ограничены, «Химия и жизнь» писала не так давно. Мало кому известно (хотя такие исследования проводили еще несколько десятилетий назад), что результаты, которые показывают старые люди при решении тестов, сильно улучшаются, если отменить или сделать менее жесткими ограничения по времени. Старики медленно решают тесты, но, как отмечал выдающийся немецкий психолог К.Ф.Ригель, это не свидетельствует о недостаточном умственном развитии. Молодые люди стремятся быстрее выполнить задание и не столько найти правильный ответ, сколько угадать, какой ответ считается правильным, а пожилые пытаются именно ответить правильно. Если, допустим,

Я передал ему кувшин, старательно избегая прикосновений. Нуфлин явно заметил проснувшуюся во мне почти суеверную брезгливость и ответил на нее взглядом, преисполненным снисходительного любопытства.

— Напрасный труд, мальчик: старость, знаешь ли, не заразна, — тихо заметил он, когда я снова забился в свой угол.

Макс Фрай. Белые камни Харумбы

все предложенные ответы кажутся в какой-то мере неточными, выбор занимает много времени... и соответственно снижается результат.

Есть и еще более интересные данные. По данным американской исследовательницы Грейс Крейг, известной своими работами в области психологии развития человека, люди преклонного возраста показывали высокие результаты при решении не обычных заданий, а очень трудных, находящихся на грани возможностей. Казалось, что экстремальные ситуации открывали им доступ к неким резервным способностям. Здесь можно вспомнить знаменитый роман Пауло Коэльо «Пятая Гора», где беспомощные старики восстанавливают город, разрушенный врагами, — или реальных пожилых людей, оказавшихся в зоне военных действий... Но что это за резервные способности и почему они проявляются именно у пожилых?

Психологи разделяют интеллектуальные способности человека на две категории: флюидный — текучий, а лучше сказать, подвижный, и кристаллизованный интеллект (fluid intelligence и crystallized intelligence). Первое — это способность воспринимать и запоминать

Мудрые слова:

чему мы научились с возрастом

(с сайта Моники Ардельт)

Теперь я знаю:...

...я люблю мою учительницу за то, что она плачет, когда мы поем «Тихую ночь» (6 лет).

...когда машешь рукой человеку в деревне, он отрывается от своей работы и машет в ответ (9 лет).

...едва я устрою у себя в комнате все, как мне нравится, мама велит мне прибраться (13 лет).

...когда ты хочешь развеселиться сам, ты должен попытаться развеселить другого (14 лет).

...трудно это понять, но я в глубине души радуюсь, когда родители со мной строги (15 лет).

— Сейчас вы не можете позволить себе роскошь быть старыми. Нам нужна молодость, которая у вас когда-то была.

— Мы не знаем, как вернуть молодость, — ответил один из них. — Она скрылась за морщинами и разочарованиями.

— Это не так. У вас никогда не было очарований, поэтому молодость вас покинула. Теперь же настало время отыскать ее...

Глаза, подернутые грустью и унынием, немедленно засияли. Они уже не бесполозные жители города, приходившие на народные собрания, чтобы было о чем поговорить в конце дня. Теперь у них впереди важная миссия — они были нужны.

Пауло Коэльо. Пятая Гора



новое, ориентироваться в незнакомых ситуациях, изучать новые связи и отношения. Второе — умение использовать накопленный опыт, анализировать и делать выводы. Подвижный интеллект, вероятно, — свойство в значительной мере врожденное, а кристаллизованный интеллект — приобретенное умение. Иногда их сравнивают с компьютерным «железом» и программным обеспечением, и это сравнение отражает суть. Из двух одинаковых компьютеров легче работать на том, на котором стоят все нужные программы, диск дефрагментирован и в каталогах порядок.

Очевидно, что кристаллизованный интеллект не у всех развивается в одинаковой мере, даже если одинаковыми были исходные способности. Кристаллизованный интеллект — функция опыта и его осмысления. А жизненный опыт принято разделять на актуальный и потенциальный: информация освоенная, обдуманная, активно используемая — и разнообразные сведения, которые хранятся в памяти, хотя проку от них немного. Однако при изменении обстоятельств может стать полезным именно потенциальный опыт. В непривычной ситуации поможет сориентироваться

воспоминание о чем-то услышанном, увиденном или прочитанном. Конечно, только в том случае, если индивидуум в течение предыдущей жизни прислушивался к словам окружающих, читал книжки и внимательно наблюдал за тем, что происходило вокруг него.

Важно иметь в виду, что, в отличие от подвижного интеллекта, кристаллизованный меньше подвержен разрушению в силу физиологических причин. Специальные тесты ясно показывают, что «быстрота процессора» и «объем оперативной памяти» мозгового компьютера с возрастом снижаются, но «программы» не портятся (если не брать в расчет патологии) — так, сохраняются лингвистические способности. А всем российским компьютерщикам известно, что успешно работать можно и на медленной машине, если с толком подобрать софт. По данным Балтеса, пожилые люди после короткой тренировки могут достичь такого же уровня решения тестовых задач, что и молодые.

Но можно ли за счет кристаллизованного интеллекта приобрести что-то новое? Есть ли у старых преимущества перед молодыми?

Феномен мудрости

Что такое мудрость, в чем ее принципиальное отличие от ума? Вряд ли это просто высокий интеллект или большой ум. В таком случае было бы неясно, откуда взялось устоявшееся мнение, что мудрыми чаще бывают старики: умными, одаренными могут быть и совсем юные люди. Словарь Даля высказывается неожиданно: «МУДРЫЙ — основанный на добре и истине; праведный, соединяющий в себя любовь и правду», и лишь во вторую очередь «в высшей степени разумный, благонамеренный», и в третью — «замысловатый, трудно понятный». Так что же это за феномен — мудрость и вправду ли он наблюдается чаще в старших возрастных группах?

Уже упомянутый Пол Балтес определяет мудрость как «экспертную систему знаний о фундаментальной прагматике жизни, фундаментальных жизненных вопросах» и выделяет следующие критерии мудрости:

обширные, хорошо организованные знания о фактах и действиях, необходимых для достижения результата;

...молчаливая компания часто лучше помогает, чем советы и слова (24 года).

...расчесывать волосы своему ребенку — одно из величайших удовольствий в жизни (26 лет).

...куда бы я ни ехал, худшие в мире водители едут туда же (29 лет).

...если кто-то говорит про меня недоброе, мне следует жить так, чтобы никто не мог поверить в это (39 лет).

...есть люди, которые тебя сильно любят, но не знают, как это показать (41 год).

...ты можешь сделать чей-то день радостным, просто послав открытку (44 года).

...чем больше человек чувствует себя виноватым, тем сильнее ему хочется обвинять других (46 лет).

...дети с бабушками и дедушками — естественные союзники (47 лет).
...когда я спую «Изумительная грация», я поднимаю себе настроение на несколько часов (49 лет).

...матрасы в отелях лучше с той стороны, которая дальше от телефона (50 лет).

...вы можете много сказать о человеке по тому, как он ведет себя в трех ситуациях: в дождливый день, при потере багажа и когда запугается елочная гирлянда (51 год).

...собственный огород стоит медицинского кабинета и кучи таблеток (52 года).

...не важно, насколько вы были близки с родителями, но вам их

страшно не хватает, когда они умирают (53 года).

...устроиться в жизни и устроить жизнь — не одно и то же (58 лет).

...если вы хотите сделать что-то хорошее для ваших детей, постарайтесь улучшить свой брак (61 год).

...жизнь иногда дает второй шанс (62 года).

...не следует идти по жизни, хватая обеими руками, нужно уметь что-то отбрасывать (64 года).

...если вы охотитесь за счастьем, оно ускользнет от вас, но если вы будете заниматься своей семьей, нуждами других, работой, новыми знакомствами и будете стараться выполнять все как можно лучше, счастье найдет вас (65 лет).

...когда я принимал решение, руководствуясь добрыми побуждениями, оно всегда оказывалось правильным (66 лет).

...любой человек может молиться (72 года).

...стоит верить в чудеса, и, если говорить правду, мне случилось увидеть несколько (73 года).

...даже когда я страдаю, мне не приходится оставаться в одиночестве (82 года).

...каждый день нужно дотрагиваться до кого-то. Рукопожатие, объятие, хлопок по спине — в этом человеческая любовь (85 лет).

...мне еще многому нужно учиться (92 года).



Пред грозным ликом старости моей
Стою беспомощным ребенком.
И голосом, испуганным и тонким,
Молю ее — не бей меня, не бей!

Она глядит из зеркала, страшна,
И я руками, словно от удара,
Стараюсь заслонить лицо. Но кара
Ждет неминуемо. А в чем вина?

Рахиль Баумволь

Меркнет зрение — сила моя,
Два незримых алмазных копыя;
Глохнет слух, полный дальнего грома
И дыхания отчего дома;
Жестких мышц ослабели узлы,
Как на пашне седые волы;
И не светятся больше ночами
Два крыла у меня за плечами.

Я свеча, я сгорел на пиру.
Соберите мой воск поутру,
И подскажет вам эта страница,
Как вам плакать и чем вам гордиться,
Как веселья последнюю треть
Раздарить и легко умереть,
И под сенью случайного крова
Загореться посмертно, как слово.

Арсений Тарковский

контекстуализм — знание о разных жизненных контекстах (социальное знание);

релятивизм (знание о существовании различных систем ценностей — может быть, именно оно помогает пожилым решать тесты так, как это требуют молодые от молодых: неточно, но быстро?);

и, наконец, понимание того, что в жизни можно встретиться с непредсказуемым и неопределенным, и умение справляться с подобными ситуациями.

Все это выглядит вполне разумно, но перевести эти критерии из потенциального опыта в актуальный — то есть научиться с их помощью распознавать мудрых — неспециалисту тяжело. Впрочем, многие (хотя и не все) психологи исходят из предположения, что даже не обладающие мудростью люди способны узнавать ее интуитивно. Поэтому мы проиллюстрируем теорию конкретным примером: коллекцией с сайта Моника Арделът, преподавателя факультета социологии Флоридского университета. Здесь собраны ответы на вопрос: «Чему вы научились с возрастом?», оцененные как проявления мудрости. Коллекция получилась пестрой: здесь и пафос, и бытовые пустяки, и банальность, и оригинальность на грани чудачества, а возраст респондентов изменяется в широких пределах: самому младшему шесть лет. И все-таки можно заметить две вещи: во-первых, качество, проявленное в этих ответах, соответствует и Балтесу, и Далю, а во-вторых, хотя оно может проявляться и у детей, но нужней всего оно старикам.

И все же, как распределяется мудрость по возрастным группам?

Балтес пригласил 60 человек, принадлежащих к разным группам: ранняя зрелость (25–35 лет), средняя зрелость (40–50 лет) и поздняя зрелость (60–81 год). Им были пред-

ложены задачи на планирование жизни. Старшая группа продемонстрировала преимущества при решении ненормативной (имеющей не одно правильное решение) задачи, в которой фигурировал пожилой персонаж. Вообще же результаты не говорили о резком возрастании мудрости в старшей группе. Видимо, и в самом деле верно, что переживать события еще не значит приобретать опыт.

Эксперимент Балтеса (результаты которого были опубликованы в 1990 году) сегодня уже стал классикой. Опыты с «оценкой знаний, связанных с мудростью» (wisdom-related knowledge assesment), повторяли неоднократно в разных странах. В 2000 году такое исследование провела группа японских ученых. (Естественно, задачи были адаптированы для японской популяции.) Результаты получились в общем аналогичные западным, но особенно примечателен один факт: обнаружена положительная корреляция между числом мудрых ответов и числом лет, которые данный человек затратил на получение образования. Видимо, гипотеза об особой мудрости неученых людей не совсем верна. По крайней мере, в Японии...

«Я свеча, я сгорел на пиру»

Как бы то ни было, невозможно прожить жизнь второй раз с целью приобретения лучшего жизненного опыта. Что делать, чтобы достойно встретить старость, если время уже пришло? Способы есть. Они именуются непривычным пока для нас термином «психологические технологии», или копинги (от английского to cope — справиться, совладать), — научно разработанные и подтвержденные на практике методы борьбы с несчастьями, стратегии и приемы, которые человек может осознанно применять, противодействуя факторам, разрушающим

его личность. Далее мы расскажем о некоторых из таких методов.

Наверное, прежде всего следует признать, что старость действительно может оказаться тяжелейшим испытанием для человека, почти на грани адаптивных возможностей. Доктор психологических наук Л.И. Анцыферова (Институт психологии РАН), говоря о стратегии преодоления трудностей поздних лет жизни, цитирует книгу В. Франкла «Основы логотерапии», где автор описывает еще более страшный жизненный опыт — заключенных в фашистских концлагерях. Нечеловеческие условия, постоянная угроза смерти, бесконечные напоминания о твоей принадлежности к «унтерменшам» — если не по степени, то по сути те же испытания выпадают на долю стариков. Значит, сходными могут быть и стратегии преодоления.

Первое правило — забыть формулу «я теперь никто», научиться придавать значение тому, кем человек был и что он сделал, а не тому, кто он сейчас. Психологи называют это «сохранением идентичности». Человек не должен думать, что нынешний пенсионер не имеет никакого отношения к нему прежнему. Это нелегко: нас всех учили, что прошлые достижения теряют смысл, если за ними последовал регресс. Между тем настоящее и будущее стоят на плечах у прошлого. Написал ли человек книгу, опубликовал двадцать научных статей или сорок лет просидел у окошка регистратуры, результаты его работы не пропали бесследно. Остается пожелать, чтобы всем нам, и читателям, и авторам «Химии и жизни», было что вспомнить в старости...

В особенно тяжелых ситуациях бывает полезно дистанцироваться от себя самого, подумать о том, как можно было бы пересказать другим свои переживания. (Сам Франкл, находясь в концлагере, воображал себя на университетской кафедре и мысленно рассказывал студентам о том, что ему пришлось пережить, — это помогало.)

Интересно, что даже непродолжительный, но важный отрезок прошлой жизни может позволить индивидууму сохранить самоуважение. Л.И. Анцыферова приводит пример ветеранов Великой Отечественной войны, которые «и в свои поздние годы чувствуют себя героями-победителями, стремятся участвовать в общественных мероприятиях, заниматься посильным трудом».

«Посильный» — ключевое слово. Очень важно, чтобы человек и в ста-



рости продолжал работать, но, если он не сможет справиться со своими обязанностями, ни о каком душевном спокойствии не будет и речи. В любом случае не следует соглашаться с окружающими в том, что «старик ни на что не годен», и страдать из-за каждой своей оплошности. Тем не менее планирование и обдумывание своих действий совершенно необходимо для нормальной жизни. Не следует бояться принимать решения, отказываться от долгосрочных планов. Но не стоит и надеяться, что окружающие не переведут вас в разряд «стариков».

Мы уже говорили о том, как болезненно переживаются изменения во внешности. Помимо перемены социальных ролей, которые навязывает вам окружение, — западный мир (а может быть, уже и весь мир) свято убежден в том, что смысл и счастье жизни заключается в любви между полами. Окончание этой великой игры представляется мучительно страшным. (Впрочем, на самом деле этого ужасного момента можно и не дожидаться во весь отпущенный срок. Адольф Гуггенбюль-Крейг приводит ссылку на анкетирование служащих британских домов престарелых: почти четверть опрошенных полагает, что сексуальность не к лицу их подопечным, и многие стараются «на всякий случай» блюсти в учреждении нравственность, между тем как сами обитатели домов престарелых придерживаются иного мнения. «Одна молодая особа спросила как-то у семидесятипятилетней женщины, когда, по ее мнению, пропадает сексуальное чувство. «О, дитя мое, — ответила старушка, — спроси об этом женщину постарше». Любовь не исчезает, а только преобразуется — если, конечно, человек был подвержен этой стихии и в молодые годы.)

Вероятно, есть люди, которые легче других переживают изменения своих физических кондиций. Но вряд ли можно назвать такие профессии и социальные группы: здесь все зависит от личности. Для актера старение может стать утратой ампулы или приобретением новых ампулы (иногда более ярких, чем в молодости). Светская женщина может воспринять старость как конец жизни или как «избавление от хлопотливого труда одеваться не по моде» (Бернард Шоу) и переход к новым, более занятым развлечениям. Человек творческой профессии может как бы и не заметить собственного старения, а может отреагировать со всем трагическим накалом, присущим таланту. Но в общем, все не так безнадежно: у имид-

жа старика или старухи есть преимущества, которые можно научиться использовать.

Как и во всех человеческих несчастьях, в старости помогает юмор — это и эффективный способ взглянуть на себя со стороны, и источник положительных эмоций. А положительными эмоциями, всеми мелкими радостями жизни, вообще пренебрегать не следует, будь это гусь с яблоками, чашечка кофе с ванилью или кассета с любимым фильмом. Экономить на этом не надо: иногда пустяковые мелочи оказываются спасительными.

Простую и в то же время непривычную идею высказывает Адольф Гуггенбюль-Крейг в своей книге «Наивные старцы» (Санкт-Петербург, 1997). Последователь Юнга, он представляет мнения, бытующие в современном обществе, в виде мифов, которые только тогда способны гармонично управлять жизнью человека и общества, когда между ними существует взаимное равновесие. Постулат о врожденном, генетическом неравенстве людей ведет к расизму, постулат о врожденном равенстве — к коммунизму или как минимум к уничтожению элитных учебных заведений, но равновесие между этими двумя мифами, если бы оно было достигнуто, принесло бы много пользы. Точно так же миф о том, что все старики мудры, ведет к геронтократии (а когда у власти одни лишь люди преклонного возраста, в этом ничего хорошего нет), а миф о тотальном снижении IQ у стариков — прямо назад в каменный век, к дочеловеческим предкам.

Гуггенбюль-Крейг предлагает уравновесить миф о старческой мудрости мифом о наивных старцах. По его мнению, люди преклонных лет часто используют снисходительность окружающих не для того, чтобы скандалить, требовать или подавлять авторитетом, а для того, чтобы поступать по-своему, так, как им хочется или нравится, а не так, как положено, в соответствии с датской пословицей: «Молодой человек курит трубку, в зрелом возрасте он может себе позволить курить сигары, а в старости он опять

может себе позволить курить трубку». Старость — самое подходящее время для того, чтобы сделать то, на что прежде не решался из-за косых взглядов других людей или своих собственных внутренних тормозов. Можно одеваться, как хочешь, а не как принято в твоём кругу и при твоём положении (автор рассказывает об отставном директоре банка, явившемся на торжественный прием в кедах), можно задать любой вопрос и дать любой ответ, можно вслух пропеть куплет из рекламного ролика, можно вместе с внуком дудеть в дудку и бить в барабан... Впрочем, автор отмечает, что его мифологема не тиранична: «Человек не обязан становиться глупцом, он просто имеет право им быть». Но если «мудрым старцем» не каждому удастся стать, то наивным старцем может побыть каждый. Вероятно, другое название этой наивности — внутренняя свобода. Какую роль она играет на последнем этапе развития человеческого разума и души? В рамках журнальной статьи этого не скажешь. Узнаем в свое время...

А напоследок вернемся к эпизоду из повести Стругацких, с которого начали. Космический инженер, заступаясь за бестолкового юного соотечественника, попрекнул бармена: «Вы всю жизнь готовитесь к старости». Представитель капитала с полным правом мог бы ответить: «Вы тоже». Обеспечение счастливой старости — это не деньги, скопленные на загородный домик, а вся предыдущая жизнь, прожитая интересно и с пользой. Стоило ли ученым тратить время и средства, чтобы прийти к такому тривиальному выводу? Вероятно, да. От науки обычно ждут других результатов: чудесного продления жизни, победы над болезнями, суперпсихотехнологий. Тем интересней, когда научные данные оказываются подтверждением тривиальной житейской мудрости.



Что разгладит морщины

Доктор химических наук
Л. В. Коваленко

Врачи, физиологи, химики-органики и биохимики уже почти столет изучают витамины и болезни, связанные с их недостатком. Эти исследования внесли немалый вклад в бурное развитие биохимии, которое пришлось на двадцатый век. Казалось, за такой срок можно было узнать о витаминах все, однако диетологи и фармакологи то и дело обнаруживают новые области их применения. Так, про-

тивацинозный фактор — витамин С, или аскорбиновую кислоту, — стали широко использовать для лечения острых респираторных заболеваний, аллергии, болезней сердца, подагры (см. «Химию и жизнь», 1999, № 10).

Не исключено, что подобные открытия преподнесут нам витамины группы В и вещества, похожие на них по структуре. В самом конце XIX и в первой половине XX века стало ясно, что

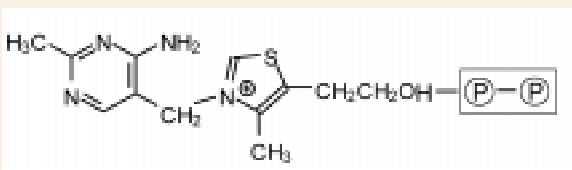
эти витамины нужны для нормального обмена веществ, а их недостаток приводит к разнообразным нарушениям в деятельности организма. В последние годы выяснилось, что аналоги витамина В₁ могут приносить пользу и по-другому: разрушать вредные продукты реакций, которые без контроля со стороны ферментов постоянно протекают в организме, и таким образом предотвращать или даже устранять некоторые признаки старости.

Болезнь обработанного зерна

Справочники сообщают, что недостаток в пище витамина В₁, или тиамина, вызывает нарушения в деятельности нервной, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем. До тех пор пока это не выяснили, миллионы жителей Юго-Восточной Азии погибали от болезни с местным названием бери-бери. Наиболее ярким симптомом заболевания были параличи, в связи с чем европейские медики называли эту болезнь полиневритом. Голландский врач Х. Эйкман в 1897–1906 годах доказал, что бери-бери начинается при нехватке в пище каких-то веществ, а излечить ее можно отваром рисовых отрубей. Из них-то и выделили целебное вещество. Первым это сделал Б. К. П. Янсен в 1926 году, а в 1935-м Р. Р. Уильямс окончательно установил его структуру. В последующие годы химики синтезировали тиамин и наладили его производство, а врачи уточнили дозировку и показания к применению.

Одновременно развивались биохимические исследования. В 1937 году К. Ломан и П. Шустер доказали, что тиамин необходим для работы пируватдекарбоксилазы дрожжей. Впоследствии были найдены и другие ферменты, использующие тиамин, например пируват- и кетоглутаратдегидрогеназные комплексы, или транскетолаза. Их субстраты содержат карбонильную группу или присоединяют ее в ходе реакции, причем разрываемая или образующаяся связь примыкает к карбонильной группе. Таким образом, витамин В₁ нужен многим ферментам, отвечающим за превращения углеводов и органических кислот с этими группами. Наверное, самый изученный среди них — пируватдегидрогеназа (рис. 2, 3).

Первые успехи в изучении витамина В₁ позволили предположить, что авитаминоз приводит к накоплению в организме пирувата, который влияет на деятельность нервных клеток, при-



1

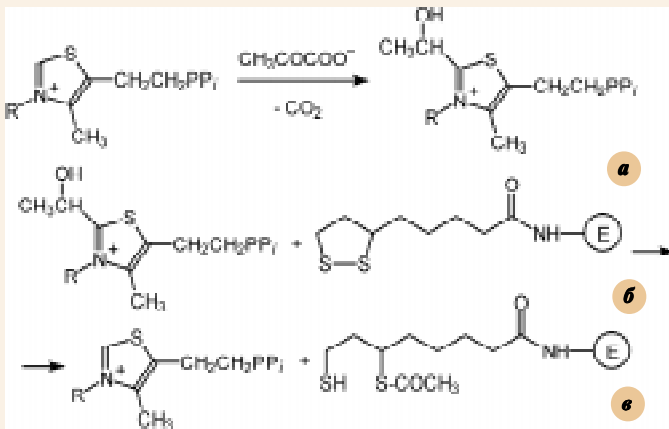
Тиаминпирофосфат (выделены тиазольевый фрагмент и фосфатные группы)



2

Пируват и пируватдегидрогеназа в аэробном метаболизме

Большинство углеводов, предназначенных для выработки энергии, на одном из этапов превращаются в пируват – анион пировиноградной кислоты. Затем в анаэробных условиях и при недостатке кислорода он превращается в анион молочной кислоты (в клетках животных) или в этиловый спирт (в клетках растений и дрожжах), а при нормальном обеспечении клеток кислородом теряет молекулу углекислого газа (декарбокксилируется) и поступает в цикл трикарбоновых кислот, где полностью окисляется до углекислоты и воды.



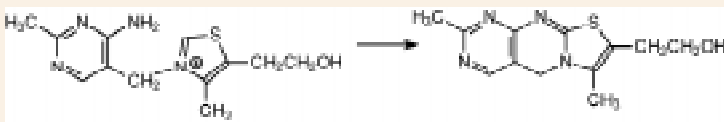
3

Окисление пирувата в пируватдегидрогеназном комплексе

Работу тиаминина удобно рассмотреть на примере окисления пирувата в пируватдегидрогеназном комплексе. Один из ферментов этой системы содержит производное тиаминпирофосфата. Это вещество входит в активный центр фермента и участвует в атаке на молекулу субстрата. Главную роль в этих событиях играет тиазольевый фрагмент тиаминпирофосфата.

Пируват присоединяется карбонильной группой по С–Н-связи к тиазольевому фрагменту тиаминпирофосфата во 2-м положении и декарбокксируется с образованием α-гидроксиэтил-тиаминпирофосфата (а). Затем к активному центру подходит 1,2-дителиоловый фрагмент липоевой кислоты, соединенной с белком Е (б), и снимает этот гидроксизтильный фрагмент, превращая его в ацетильный (в).

Далее остаток уксусной кислоты с ацелированным фрагмента дигидролипоевой кислоты переносится на кофермент А и в виде ацетилкофермента А поступает в цикл трикарбоновых кислот, превращаясь в лимонную кислоту, а две сульфидрильные группы дигидролипоевой кислоты после окисления флавопротеином превращаются в дителиоловый фрагмент, который снова готов к взаимодействию с оксизтилированным тиаминпирофосфатом.



4

При нагревании тиамин и его активная форма тиаминпирофосфат циклизуются и необратимо инактивируются



5

Реакции конденсации углеводов, содержащих карбонильные группы, с белками



ЗДОРОВЬЕ

вода к параличам и потере чувствительности. Впоследствии оказалось, что дело обстоит несколько сложнее.

В клетках центральной нервной системы до 90% пирувата превращается в ацетил-кофермент А в пируватдегидрогеназной реакции с участием тиаминина. В отличие от этого в печени, например, по этой реакции метаболизируется лишь 15–20% пирувата. Именно поэтому клетки центральной нервной системы более чувствительны к недостатку тиаминина, чем другие клетки организма.

В последнее время острые авитаминозы стали редкостью, но недостаток витамина В₁ испытывают многие из нас. Питание чрезмерно очищенными и переработанными продуктами, термическая обработка пищи, возрастное снижение способности к усвоению витаминов желудочно-кишечным трактом, увлечение алкогольными напитками — все это приводит к дефициту тиаминина.

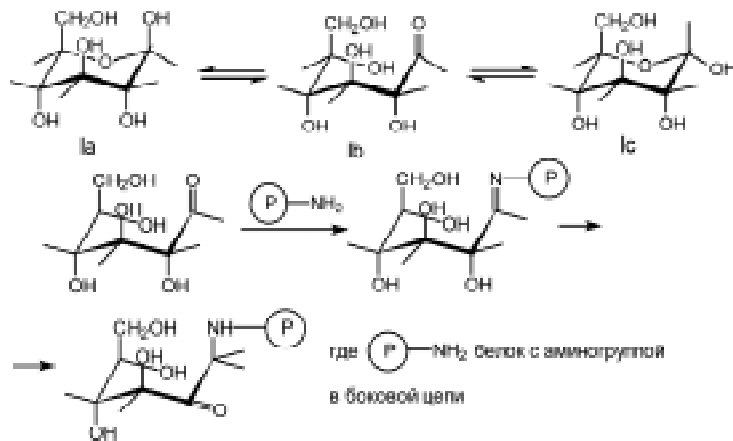
Много витамина В₁ содержится в оболочках зерен, которые при производстве муки высших сортов и некоторых круп превращаются в отруби и выбрасываются. Именно это было причиной бери-бери: болезнь развивалась у тех людей, которые ели полированный, лишенный оболочек рис. В наше время к дефициту тиаминина чаще всего приводит питание хлебом тонкого помола и мучными кондитерскими изделиями при ограниченном употреблении бобовых и мясных продуктов. Есть слишком много печенья и пирожных плохо и потому, что их пекут с применением разрыхлителей — соды или пекарского порошка, которые создают в тесте щелочную среду, разрушительную для тиаминина.

При нагревании тиамин и его активная форма тиаминпирофосфат циклизуются и необратимо инактивируются (рис. 4), а тиаминпирофосфат при этом еще и гидролизуются по эфирной связи пирофосфорной кислоты.

При дегидрировании этилового спирта в организме образуется ацетальдегид (см. «Химию и жизнь», 2000, № 4). Он реагирует с аминогруппой пиримидинового фрагмента молекулы

Формы глюкозы

Углеводы содержат альдегидные и кетонные функциональные группы. Они преимущественно находятся в виде циклических полуацеталей или полукеталей. Ia — α -глюкопираноза; Ib — наиболее активная альдегидная форма глюкозы; Ic — β -глюкопираноза.



Сахара могут взаимодействовать с аминогруппами белков, образуя стабильные соединения в результате перегруппировки Амадори

тиамина — эта реакция лежит в основе дефицита витамина B_1 у хронических алкоголиков.

Ученые уже привыкли считать, что основное назначение тиамина — участие в ферментативных реакциях в качестве кофермента. Однако в последнее время появились свидетельства того, что этим его роль не исчерпывается. Структура витамина B_1 и химические реакции его аналогов навели на интересные мысли о том, как можно затормозить возрастные изменения в тканях организма.

Дубление организма изнутри

Одна из главных задач биохимии заключается в расшифровке метаболических путей, то есть превращений молекул в клетке при помощи ферментов. Однако многие продукты метаболизма могут и без ферментов реагировать между собой, а также с белками и другими жизненно важными полимерными молекулами. Такие процессы, называемые параметаболическими, редко бывают безвредными, чаще они нарушают естественный ход биологических процессов.

Статья в июльском номере журнала «Scientific American» за 2000 год рассказывает о параметаболических реакциях конденсации белков и углеводов, содержащих карбонильные группы. Давно известно, что продукты таких реакций очень прочные и жесткие, так как между отдельными молекулами белков и отдельными участками пептидной цепи в одной молекуле образуются сшивки (рис. 5).

Именно этими превращениями объясняется, например, дезинфицирующий и дубящий эффект формальдегида и его раствора — формалина, а также токсическое действие метанола, который в ходе метаболическо-

го окисления превращается в формальдегид. Кстати, этиловый спирт менее токсичен, поскольку продукт его окисления — ацетальдегид — более легко превращается в ацетат соответствующим ферментом. Этот фермент очень избирателен и не окисляет высшие альдегиды (продукты метаболического дегидрирования бутилового, амилового и изоамилового спиртов, входящих в состав пищевых масел). Из-за этого они весьма токсичны и до превращения в кислоты успевают денатурировать многие важные белки.

«Дубление» белков альдегидами и кетонами происходит не только при отравлении метанолом, формалином или самогоном. Формальдегид, ацетон и другие вещества с карбонильными группами в небольших количествах образуются и в самом организме.

Хорошо, если в параметаболические превращения вовлекаются быстро обновляющиеся белки, например глобулярные белки крови. Напротив, белки соединительной ткани эластин и коллаген, на который приходится около трети всей массы белков животного организма, замещаются очень медленно. Их взаимодействие с альдегидами приводит к снижению эластичности, «усыханию» кожи, связок, хрящей, кровеносных сосудов, легочной ткани и других органов, в которых эластин и коллаген выполняют функцию структурирующего элемента.

Пока мы говорили только о простых карбонильных соединениях. Но существование живых систем невозможно без углеводов, которые также содержат альдегидные и кетонные функциональные группы. Правда, углеводы в основном находятся в виде менее реакционноспособных циклических полуацеталей или полукеталей, образующихся в результате внутримолекулярного взаимодействия карбонильных и гидроксильных групп

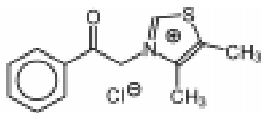
(рис. 6). Свободных альдегидных и кетонных групп в жидкостях организма очень мало, тем более что концентрация глюкозы в крови в нормальных условиях составляет около 5 ммоль/л (около 0,1%). Однако это малое количество свободных групп воздействует на белки постоянно в течение всей жизни.

В отличие от формальдегида, ацетальдегида и других карбонильных соединений, содержащих только одну функциональную группу и реагирующих с образованием не очень стойких продуктов, сахара могут взаимодействовать с аминогруппами белков, образуя стабильные соединения в результате так называемой перегруппировки Амадори (рис. 7). Образовавшаяся карбонильная группа может снова реагировать с амидными, сульфгидрильными и другими функциональными группами белков.

При взаимодействии белков с глюкозой получают продукты желтовато-коричневого цвета, знакомого нам по топленому молоку, запеченной в духовке курице, тостам или жареному кофе. Понятно, что эта реакция протекает быстрее при высокой температуре, однако она происходит и при обычной температуре тела. Ее продукты придают желтоватый цвет зубам, костям и коже, что заметно у пожилых людей. Возможно, замедленное старение при ограниченной калорийности питания объясняется тем, что в организме образуется меньше таких веществ.

Старость можно отодвинуть

В результате порчи белков углеводами особенно быстро старятся ткани у больных диабетом. Э.Серами из лаборатории К.С.Уоррена в Торритауне (Нью-Йорк) еще 30 лет назад заподозрил, что быстрое старение тка-



8

Диметил-N-фенацилтиазолия, или ALT-711



ЗДОРОВЬЕ

ней у диабетиков объясняется повышенной концентрацией глюкозы в крови и межклеточной жидкости. Чем выше эта концентрация, тем больше образуется соединений белков с сахарами — «конечных продуктов прогрессивного осахаривания». (По-английски *advanced glycation end products*, сокращенно — AGE, что переводится как «возраст».)

Принимая во внимание, что у глюкозы наиболее активна альдегидная форма, группа исследователей во главе с Э.Серами решила связывать альдегидные группы подходящими веществами. Первым объектом изучения стал аминоксидин, который в реакциях с альдегидами образует гидразоны. Опыт оказался небезопасным. У больных сахарным диабетом аминоксидин замедлял старение тканей: кровеносные сосуды дольше сохраняли эластичность, улучшалась сердечно-сосудистая деятельность, медленнее деградировали почечная ткань и сетчатка глаз.

К сожалению, гидразиды, к которым относится аминоксидин, взаимодействуют и с коферментом трансаминаз и декарбоксилаз — пиридоксальфосфатом. При этом нарушаются не только биоэнергетические процессы в клетках, но и биосинтез нейромедиаторов, в первую очередь нейромедиатора торможения — лабильной γ -аминомасляной кислоты (ГАМК). Это приводит к повышенной возбудимости и эпилептическим припадкам. К тому же многие гидразиды, например дигидразид тиоугольной кислоты, очень токсичны.

Для примера возьмем противотуберкулезный препарат изониазид. Это вещество представляет собой гидразид изоникотиновой кислоты. Для того чтобы пациент не страдал от этого препарата, одновременно с изониазидом ему вводят пиридоксин, глутаминовую кислоту (предшественник ГАМК). При эпилепсии этот препарат использовать нельзя.

Продолжая исследования в этой области, Э.Серами сделал еще более интересное открытие: он обнаружил молекулу, которая разрушает связи

глюкозы с белками. «Вместо того чтобы искать профилактическое средство, мы уже сейчас можем применять вещество, которое уменьшает жесткость тканей у старых людей и диабетиков», — сообщил Серами на последнем симпозиуме фонда «Новартис» в Лондоне. Это вещество — хлорид диметил-N-фенацилтиазолия, или ALT-711 (рис. 8). Он моделирует действие тиаминпирофосфата, самой природой предназначенного для участия в метаболизме соединений с карбонильными группами.

Очевидно, ALT-711 разлагает продукты конденсации углеводов и белков. Он связывается с углеводной составляющей и образует растворимые в воде соединения, которые легко выводятся через почки. При этом белки, сшитые углеводами, возвращаются в исходное состояние.

Замечательные результаты дали опыты с больными диабетом животными, старыми собаками и пожилыми макаками, которым ежедневно в течение трех недель давали хлорид диметил-N-фенацилтиазолия. «Сердце и главные артерии, которые были почти твердыми, стали более гибкими и эластичными. Благодаря этому сердце стало прокачивать больше крови, как это происходит у молодых животных», — заявил Серами. Он предполагает, что с помощью ALT-711 можно сделать более эластичным дренажный канал глаза, что приведет к исцелению глаукомы. Препаратами такого типа можно также восстанавливать эластичность легочной ткани, размягчать увеличенную и отвердевшую предстательную железу. Однако для того, чтобы эти лекарства прошли клинические испытания и были допущены для лечения людей, потребуется не менее десяти лет.

Успехи с испытаниями ALT-711 позволяют задать вопрос: может ли его прообраз, тиамин, разрывать сшивки между молекулами сахаров и белков? Ведь оба эти вещества похожи по химическому строению и должны вступать в аналогичные реакции, разве что с разной скоростью. Странно, но ответа на этот вопрос до сих пор

нет. Если тиамин способен восстанавливать белки, его можно будет употреблять с профилактическими целями, чтобы отдалить старение тканей. Зарегистрировать повышенные дозировки витамина для такого применения проще, чем ALT-711, поскольку его испытывали много лет и это нормальный компонент организма.

Конечно, процесс старения обусловлен не только образованием жестких связей в молекулах белков и между ними. В организме происходят также реакции окисления фенольных составляющих белков и нейромедиаторов. Хиноны, которые получают при этом, также могут образовывать сшивки, только другой химической природы. Кроме того, к старению приводят накапливающиеся повреждения наследственного аппарата клеток. Предотвратить эти нарушения могут витамины с антиоксидантным механизмом действия: А (ретинол), С (аскорбиновая кислота), Е (токоферол), а также глутатион — важнейший регулятор окислительно-восстановительных реакций, который к тому же нейтрализует алкилирующие и другие электрофильные агенты. Особенно хорошо принимать эти витамины вместе с увеличенным количеством тиамин в качестве пищевых добавок. В этом случае длительные клинические испытания не столь важны.

Уже почти столетие известно, что витамины необходимы для жизнедеятельности организма, однако до сих пор нельзя сказать, что мы знаем о них все. Последние открытия показывают, что эти вещества, возможно, предотвращают нежелательные реакции, приводящие к старению организма, и даже иногда обращают их вспять.



Разные разности

Выпуск подготовили
М. Литвинов,
Е. Лозовская,
Е. Сутоцкая,
О. Тельуховская

Внутреннюю структуру предметов часто изучают ультразвуковыми сканерами. Эти приборы посылают волны в объект и улавливают ответные, по которым судят о его строении. Теперь появилась возможность пользоваться новой схемой («EurekAlert!»).

Р. Уивер и О. Лобкис из Иллинойского университета обнаружили элементарные порции звука — фононы — внутри куска алюминия при комнатной температуре. В том, что фононы существуют, физики не сомневались, но до сих пор никому не удавалось «поймать» слабые звуковые колебания, вызванные небольшими изменениями тепловой энергии кристаллической решетки. По словам Уивера, ультразвук может возникать, когда электрон ударяется о дефект кристаллической решетки или когда на поверхности кристалла садится молекула газа. Эти колебания можно измерить и извлечь из ультразвукового «шума» полезную информацию о структуре объекта. Для этого «шум» записывали пьезоэлектрическим датчиком и анализировали, пытаясь найти в случайной последовательности повторяющиеся куски.

«Фононы в куске алюминия ведут себя, словно шарики в коробке: они ударяются о стенки, отскакивают от каких-то внутренних препятствий и снова летят к стенке, — говорит Уивер. — Мы сумели отыскать закономерности в этих ударах».

Новый метод исследования годится почти для любого объекта, но наиболее полезен там, где трудно или опасно использовать обычные методы. Сейсмологи могли бы улавливать низкочастотные колебания, вызванные отдаленными землетрясениями, чтобы получить информацию о залегании горных пород без применения взрывчатки. На высоких частотах можно тестировать микрочипы, не боясь повредить их. Метод годится и для слежения за вибрацией зданий, чтобы вовремя заметить опасные изменения.

Человечество может не опасаться конца света после встречи с астероидом: астрономы оценивают вероятность его падения на Землю в этом столетии примерно в одну пятидесятичную. Эта цифра появилась в ноябрьском выпуске «Астрономического журнала» как результат нового исследования по программе «Sloan», охватившего четверть неба. С помощью телескопа в штате Нью-Мексика (США) астрономы изучали внегалактические космические объекты. Попутно они обнаружили в Солнечной системе около 700 000 астероидов диаметром более километра, которые представляют потенциальную опасность для нашей планеты. Это в три раза меньше, чем предполагалось («EurekAlert!», 2001, 7 ноября).

Новый обзор неба отличается от предыдущих тем, что астрономы определяли очень тусклые тела и даже различали их по составу. Ученые выделяли два типа астероидов: углеродистые и каменные. Первые — более темные, плохо отражают солнечные лучи, поэтому маленькие каменные астероиды могут светиться так же ярко, как огромные глыбы из углерода. Астрономам удалось определить, что пояс каменных астероидов находится на расстоянии примерно в 350 млн. километров от Солнца, а углеродистых — 500. Для сравнения, Солнце и Землю разделяет примерно 160 млн. километров.

Успех исследования авторы приписывают программному обеспечению, разработанному Р. Лаптаном из Принстонского университета. Оно позволяет автоматически находить астероиды среди миллионов изображений. «У нас всего пять минут, чтобы заметить астероид и проследить за его движением, пока он остается в поле зрения телескопа», — говорят астрономы.

До сих пор остается загадкой, как египетские жрецы бальзамировали умерших. Долгое время было известно лишь то, что влагу из тела извлекали при помощи соды. Недавние исследования показали, что в состав для изготовления мумий входили камфарное масло, мирра, можжевеловое масло, пчелиный воск, смолы хвойных и других деревьев.

Р. Эвершед и С. Бакли из Бристольского университета в Англии пытаются разобраться в древних секретах. Они изучили 13 мумий, которые относятся к периоду с 1985 года до н.э. по 395 год н.э. Для каждой из них точно известны время и место захоронения, так что по ним можно проследить, как менялся процесс мумифицирования. Для исследования бальзамирующего состава ученые впервые применили газовую хроматографию и масс-спектрометрию, что позволило изучить образцы весом около 0,1 мг. Оказалось, что для изготовления мумий использовалось гораздо больше ингредиентов, чем предполагалось ранее («New Scientist», «Nature», т. 413, с. 837).

Эвершед и Бакли подтвердили, что мумии обрабатывали смолой хвойных и фиштакховых деревьев, растительными маслами, жирами животного происхождения и пчелиным воском. «Осушающие масла» полимеризовались со временем и отвердевали. Такое водонепроницаемое покрытие защищало мумии от влаги. Создается впечатление, что специалисты по бальзамированию смешивали местные дешевые ингредиенты с дорогими экзотическими маслами можжевельника и кедра, которые привозили с Ближнего Востока. Смолы хвойных деревьев, которые обладают антимикробными свойствами, и пчелиный воск год от года использовали все чаще. На выбор материала влияли благосостояние покойного, положение его семьи и просто мода.



Множество новейших способов находят применение в борьбе с терроризмом. Например, технология «FaceIt», разработанная в «Visionics Inc» (США), позволяет разыскивать нужное лицо в толпе и следить за его передвижением, перебирая в базе данных варианты со скоростью около 60 млн. лиц в минуту («EurekAlert!»).

«Изучая зрение человека, доктор Дж.Атик создал самую мощную из существующих систем распознавания лиц», — считает руководитель исследования из Бюро военно-морских исследований США Томас Мак-Кенна. До того как «FaceIt» превратилась в коммерческий продукт, это была исследовательская программа Рокфеллеровского университета в Нью-Йорке. Система распознавания основана на анализе частных особенностей лица; она в состоянии идентифицировать человека, даже если видна только часть его физиономии.

Систему можно использовать для наблюдения, контроля доступа к информации, идентификации мошенников, банковских служащих и клиентов, для поиска пропавших детей. Сейчас она вызывает особый интерес: с ее помощью предполагается обеспечивать безопасность в аэропортах и защищаться от террористов.

Журнал «Technology Review» признал работу доктора Атика одной из десяти технологий, которые окажут наибольшее влияние на нашу жизнь.

Невролог из Калифорнийского университета в Сан-Диего Э.Альтшулер полагает, что в Библии содержится самое древнее описание эпилепсии височной доли: пророк Иезекииль, живший 2600 лет назад, обладает всеми признаками этого заболевания («EurekAlert!», 2001, 14 ноября).

Эпилепсия вызывает временные нарушения в электрической активности мозга, которые становятся причиной припадков, влияют на сознание, движения, ощущения. Иезекииль, описавший падение Иерусалима в 586 году до н.э., страдал от частых обмороков и временами не мог говорить; нередко его посещали видения. Следствие эпилептического припадка — ощущение полусна, когда вещи видятся иными, чем они есть на самом деле. Иезекииль был не просто религиозен, но агрессивно религиозен, чего нельзя сказать о других библейских пророках. Агрессия, мании, страсть к произнесению речей — также признаки эпилепсии. По мнению Альтшулера, о болезни пророка свидетельствует и объем его книги, четвертой по размеру в Ветхом Завете (она лишь немного уступает Книге Бытия). Непреодолимая тяга к письму — гиперграфия — также один из симптомов эпилепсии.

Комментируя исследование Альтшулера, пресс-секретарь Британской ассоциации эпилепсии отмечает, что болезнь трудно поддается диагностике даже самыми современными методами. «Мы можем только предполагать, что Иезекииль страдал эпилепсией височной доли, но точно известно, что в очень редких случаях у людей с этим заболеванием могут развиваться симптомы гиперрелигиозности и гиперграфии», — говорит он.

К. Смит и ее коллеги из Техасского университета в Остине использовали «осколки» белка, чтобы соединить нейроны и крошечные кристаллы полупроводников. Результаты работы могут найти многочисленные применения: производство протезов, управляющих нервными импульсами человека; датчиков, распознающих микроскопические количества нейротоксинов, и многое другое. Они могут помочь и в исследовании работы мозга.

Будет ли открытие важным для создания биологического компьютера, покажет время. Пока неясно, смогут ли нейроны заменить компоненты, используемые в микроэлектронике. И те и другие работают, посылая и получая электрические импульсы, так что электроника позволяет контролировать работу нейронов, а нейроны — переключать электронные цепи. Уже выращены искусственные нейронные цепи на силиконовых чипах, которые позволяют следить за активностью нейронов.

Создать надежную связь между нейронами и полупроводниками до сих пор не удавалось. Нервные клетки разрастаются на любой поверхности, но промежутки между ними и подложкой слишком велики, так что хорошего электрического контакта не получается.

Исследователям под руководством Смита удалось создать более тесную связь, используя маленький фрагмент белка. Один его конец снабжен участком, цепляющимся за поверхность нервной клетки. Другой несет серосодержащую химическую группу, которая соединяется с сульфидом кадмия полупроводника. Так как фрагмент очень маленький, поверхности плотно соприкасаются («Nature News Service», 2001, 15 ноября; «Advanced Materials», 2001, т.13, с.1673; «Nature», 2001, т.405, с.665).

Используя новую технику, исследователи изучили поверхность нейрона. Клетка, «украшенная» флуоресцирующими нанокристаллами сульфида кадмия, хорошо видна под микроскопом.

Восстановить в организме поврежденную ткань помогут факторы роста — белки, которые стимулируют деление клеток. Ученые еще только осваивают их использование. «Чтобы клетку за клеткой вырастить новую ткань, которая заменит поврежденную, нужно доставлять факторы роста в определенной последовательности, в должное время и в нужное место. Для этого недостаточно делать инъекции», — объясняет профессор Д.Муни из Университета штата Мичиган.

Под его руководством исследователи пересадили подопытным крысам полимерные имплантаты, которые выделяли факторы роста, необходимые для появления сосудов, и сумели вырастить нормальную сосудистую сеть. Это полезно само по себе, а кроме того — сосуды необходимы для обновления поврежденных тканей. Если новый метод удастся ввести в практику, он позволит восстанавливать сосуды сердца, ускорять заживление ран и лечить сосуды у больных диабетом. С помощью имплантатов можно будет доставлять и лекарства.

Ученые поместили два фактора, необходимых для роста сосудов, в пористый полимер. Это вместилище постепенно растворяется, белки выходят наружу, но не одновременно, а по очереди. Для этого первый фактор роста находился в основной массе полимера, а второй — в капсулах-микросферах, которые тоже были заключены в полимер. В результате первый фактор освобождался быстро и сразу, а второй — медленно и спустя некоторое время. Скорость поступления препарата в кровь и его доза определялись толщиной и количеством капсул.

Через месяц после того, как имплантаты посадили крысам, у животных выросли полноценные сосуды. Эксперимент повторили с мышами, больными диабетом, и тоже успешно. По отдельности факторы роста сосудов не работали, так что хитрые манипуляции с полимером были предприняты не зря (пресс-релиз Уитекеровского фонда, 2001, 19 ноября, «Nature Biotechnology»).



**С.В.Савельев,
А.В.Лавров,**
НИИ морфологии
человека РАН,
Палеонтологический
институт РАН

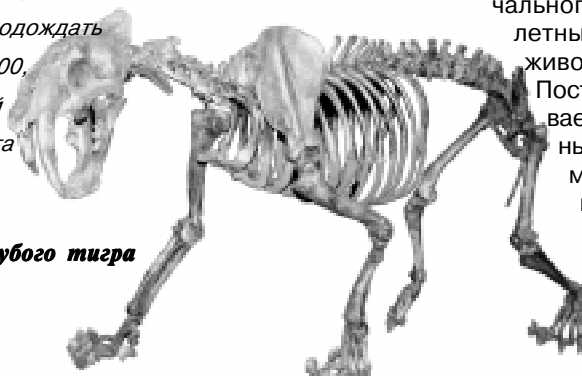


Вид сбоку

Окаменевшие МОЗГИ

Представьте себе картину: пустыня, лагерь экспедиции, ветер гонит песок на закат. Палеонтологи нашли череп неизвестного зверя. Миллионы лет смотрят на исследователей пустыми глазницами черепа. От скелета — ни одной косточки. Что мы можем узнать о раскопанном звере? Даже с живущими сейчас, но редкими видами млекопитающих сколько лет зоологи бьются, чтобы понять их образ жизни, адаптации и поведение. А с ископаемым зверем не известно ничего: длинные лапы у него были или короткие, ночной это был зверь или дневной, добрый или агрессивный, хорошо ли бегал, умел ли лазить по деревьям? Даже череп, который держит в руках палеонтолог, не костяной: это рассыпающаяся в руках окаменелость, пыль под ногами... На вопросы нет ответа. Если бы ученые не научились «читать» по окаменевшим мозгам, то нам пришлось бы подождать лет 20–40, а может, 100, пока не найдут второй череп с частью скелета древнего зверя.

Скелет саблезубого тигра



Что и как сохраняется в природе

Даже неспециалисту понятно, что чем прочнее скелет (как у слона или крокодила) или панцирь (моллюска или черепахи), тем больше у него шансов сохраниться. Хрупкие скелеты и пористые кости птиц имеют намного меньше шансов остаться в геологической летописи, поэтому находки ископаемых птиц крайне редки по сравнению с рептилиями, млекопитающими и рыбами. Сохранность костей зависит также от того, где лежат скелетные остатки. Сотни тысяч и миллионы лет они могут сохраняться только в рыхлой породе. Идеальные условия — водоемы с медленным течением: равнинные реки, озера, болота. В умеренном климате кости крупного млекопитающего (коровы, верблюда), лежащие на поверхности земли, превратятся в пыль и кучку карбонатной крошки за пять лет, а в арктическом и экваториальном намного быстрее. Но даже самые прочные скелеты и панцири могут раствориться без остатка, если грунтовые воды в районе захоронения кислые ($\text{pH} < 7$).

А бывает и по-другому: пустоты, образовавшиеся от разложения скелета в горной породе, заполняются минеральными соединениями, и тогда формируются псевдоморфозы. Они часто встречаются при изучении водных млекопитающих. Почти все известные кости ископаемых тюленей — это псевдоморфозы, в которых кости замещены карбонофторапатитом — $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{CO}_3)\text{F}$. Иногда кости замещаются лангитом $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$, придающим слепкам жутковатый зеленый оттенок, или пиритом FeS_2 — в этом случае они становятся черными, хрупкими и рассыпаются при длительном хранении в пыль.

В какой бы породе ни оказались скелетные остатки, со временем их состав меняется. Процессы изменения первоначального минерального состава, происходящие в скелетных остатках, называются фоссилизацией. Кости животных состоят из коллагена, кальцита и апатита. Постепенно коллаген разлагается, апатит обезвоживается, костное вещество пропитывается минеральными солями, в том числе соединениями тяжелых металлов. Со временем содержание апатита в ископаемых костях увеличивается, и, когда концентрация ионов Ca^{+2} и PO_4^{-3} достигает необходи-



Вид сверху

мого значения, фосфат кальция кристаллизуется (правда, для этого нужна щелочная почва, $\text{pH} > 7$). Этому способствуют бактерии и центры кристаллизации, которые образуются на границе раздела кость — водный раствор. Участие бактерий в фосфатизации костей на первый взгляд не очевидно, но оказалось, что их вклад весьма большой. Жизнедеятельность бактерий при разложении организмов повышает щелочность среды до $\text{pH} = 7,7$, а это необходимое условие осаждения фосфатов. Растворенный фосфат содержится в специальных полостях бактерий — волютиновых гранулах. В плохих условиях среды, когда бактерии находятся в угнетенном состоянии, их скопления покрываются слизью, содержащей нити фибриллы. На эти фибриллы и осаждаются первичные микроскопические кристаллы фосфата. После гибели бактерий растворенные фосфаты из их тел попадают в микрополости внутри кости погибшего организма. Там они и осаждаются в кристаллической или аморфной форме. Этот процесс успешно идет в присутствии кальция (он вымывается из костей, где его много), а также фтора и хлора. В результате образуется ряд изоморфных разновидностей апатита.

Гораздо реже, чем скелеты, сохраняются внутренние органы. Они могут избежать распада только во льду или вечной мерзлоте, где ученым посчастливилось найти органы брюш-

ной полости мамонтов, шерстистых носорогов и бизонов, живших в ледниковом периоде около 2 млн. лет назад.

Немного лучше обстоит дело с мягкими тканями. Если они фосфатизируются раньше, чем сгниют, то прекрасно сохраняются (фосфатизация — это замещение тканей минеральными соединениями фосфора, а карбонатизация — соединениями карбонатов). Фосфатизироваться может только оболочка или полностью вся мягкая ткань. Например, К. Мюллер растворил в уксусной кислоте известняки из кембрийских отложений (возраст более 500 млн. лет) и выделил много личинок беспозвоночных. Изучив их, он пришел к заключению, что личинки фосфатизировались сразу после смерти, вероятно, за счет растворенного в воде фосфата. Ученые пытались смоделировать в лабораторных условиях искусственную фосфатизацию мышц современных креветок *Crangon* и *Palaemon*, и оказалось, что этот процесс в тканях заметен уже через четыре недели.

Ископаемые мозги

Хуже всего дело обстоит с мозгами, так как нервные ткани и мозг в наибольшей степени подвержены тлену («рыба гниет с головы»). Однако и здесь есть небольшой шанс: полость на месте разложившегося мозга за-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

полняется карбонатами или мелкообломочной породой (от ила до среднезернистого песка), которая со временем уплотняется, так что в черепе образуется природный слепок мозга. Иногда такой слепок формируется в результате карбонатизации или фосфатизации.

У рептилий, амфибий и рыб мозг занимает очень маленькую часть объема черепа, а в мозговой коробке есть множество крупных отверстий, но даже у них может сформироваться природный слепок мозга. Известны слепки мозга панцирных рыб, динозавров, ящериц. Головной мозг млекопитающих заключен в мозговую коробку — плотную оболочку, образованную костями черепа. Мозговая коробка, в зависимости от степени развития мозга, может занимать от 10 до 70% объема черепа. Борозды, извилины и крупные кровеносные сосуды мозга создают на внутренней поверхности коробки рельеф. Конечно, слепок не совсем точно воспроизводит его строение, например мелкие борозды и извилины могут не отобразиться. Это связано с тем, что твердая мозговая оболочка отстоит от поверхности мозга на некоторое расстояние и потому не повторяет во всех деталях его рельеф. К тому же в промежутке расположены мягкая и паутинная оболочки и спинномозговая жидкость, предохраняющая «индивидуальный бортовой компьютер» от сотрясений. Точнее всего форма мозговой полости повторяет форму мозга у хищников, а хуже всего — у слонов.

Представим себе, что нам фантастически повезло и мы нашли целый череп ископаемого зверя или птицы. Можно попробовать распилить его или разрушить височные и теменные кости, хотя решиться на это палеонтологу очень нелегко. Если совсем повезет, то внутри мы обнаружим слепок мозга, пригодный для изучения. Но в том-то и состоит одно из главных затруднений — у палеонтологов проблема с целыми черепами. Правда, в музеях мира хранятся природные слепки мозга почти 150 видов ископаемых млекопитающих, собранные палеонтологами с конца XVIII века. Но

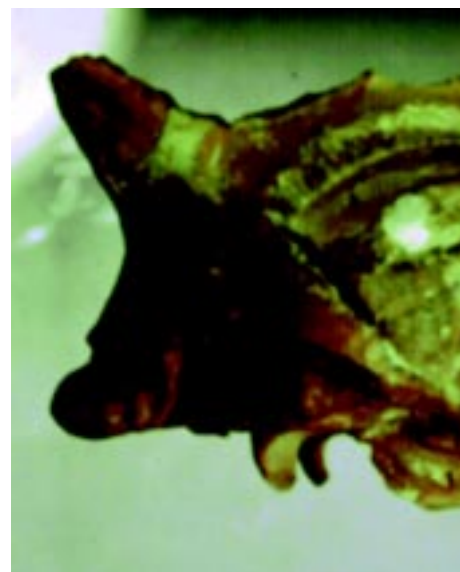


Череп параксиены
(хищника того же семейства,
что и гиенодон):

1 — до препарирования
(вид сверху);

2 — до препарирования
(вид сбоку);

3 — после препарирования
(вид сбоку)



(длина черепа 67 см). Но морфо-функциональный анализ мозга — реконструкцию основных экологических и этологических (поведенческих) особенностей организма — проводят очень редко, хотя эти исследования наиболее информативны. Одна из наиболее известных работ — исследование природного слепка эндокрана (внутричерепной полости) гигантской ископаемой куницы перуниум (*Perunium ursogulo*), выполненное

академиком Ю.А. Орловым (1947). Большой вклад в развитие науки о нервной системе ископаемых организмов (палеоневрологии) внес американский исследователь Л.Радинский. Он систематизировал накопленные знания о строении и развитии мозга отдельных групп млекопитающих и описал их в своих книгах.

По внешнему строению мозга и соотношению его отделов в больших полушариях и мозжечке о вымершем животном можно сказать почти так же много, как если бы на него дали посмотреть какое-то время в зоопарке. В последние годы бурно развиваются нейроморфология и цитоархитектоника (эти науки занимаются исследованием строения нервной системы на клеточном уровне). С их помощью удалось многое узнать о строении мозга у современных млекопитающих, и это, в свою очередь, помогает реконструировать экологические и этологические особенности ископаемых животных.

это только малая часть, поскольку видов, у которых можно было бы изучить строение мозга, гораздо больше. Если внутренняя поверхность мозговой полости ископаемого зверя сохранилась, то с нее можно сделать искусственный слепок мозга. С помощью современных резин на латексной основе получают очень точные слепки, которые передают не только скульптуру, но и текстуру поверхности кости, с отпечатками мелких кровяных капилляров.

В XX веке ученые довольно подробно исследовали анатомию мозга ископаемых животных. В научных публикациях обычно приводят пропорции основных отделов мозга ископаемых зверей, отличия от наиболее близких ныне живущих «родственников» и названия наиболее крупных кровеносных сосудов, борозд. Так, в частности, в 1932 году ученые описали мозг саблезубого тигра смилодона, а в 1973 году — искусственный слепок мозга самого большого креодонта

Ископаемые хищники

Креодонты — ископаемые хищники, отряд вымерших млекопитающих, включающий более 70 родов («креос» на древнегреческом означает мясо, а «одонт» на латинском — зуб). Эта группа по происхождению родственна современным хищникам: собакам и кошкам. Они появились вскоре после гибели последних динозавров (58 млн. лет назад) и вымерли 10–11 млн. лет назад (последние представители отряда жили в Индии). Креодонты были не менее разнообразны, чем современные хищники. Среди них встречались гиганты (мегистотерий — длина черепа 67 см, резцов в верхней челюсти было всего два, и, судя по форме, они выполняли роль дополнительной пары клыков) и карлики (теритериум — зверек размером с горностая; длина черепа 4 см). У креодонтов было больше коренных зубов, чем у современных хищников, пятипалые конечности и небольшой примитивный головной мозг. Также они имели непропорционально большую голову по сравнению с туловищем (только у мелких представителей пропорции тела и черепа были обычными). Так, зверь с длиной тела от носа до основания хвоста один метр имел череп длиной 30 см. А у мегистотерия, представителя того же подсемейства, что и гиенодон, — вообще 70 см, при туловище как у большого медведя 2–2,5 м. Весь скелет не нашли, и размеры оценили по фрагментам только нескольких костей. Часть видов креодонтов известна по куску челюсти с парой зубов, а некоторые по целым скелетам.

Креодонты во многом — загадочная группа. Для понимания ее биологии



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

был необходим дополнительный метод. Поскольку от нескольких видов креодонтов сохранился окаменевший мозг, то этим методом как раз и оказался сравнительно-анатомический анализ природных отливок мозга.

Среди креодонтов выделяется ряд родов, которые принято объединять под названием гиенодоны (в переводе с латинского — гиенозуб). Эти звери внешне были похожи на псовых хищников (волков, сумчатых волков). Лицевой отдел был заметно удлиннен, а в широкой пасти открывался длинный ряд острых как бритва зубов. Известны десятки видов гиенодонов, живших в Северной Америке, Европе и Азии. Ученые нашли полные скелеты только пяти видов. Размеры черепа у разных видов меняются от 10 до 45 см.

Гиенодоны — совершенные орудия убийства

В Музее естественной истории Йельского университета хранится распиленный череп *Neohyaenodon horridus* (в переводе с латыни его видовое название — новый гиенодон ужасный). Обитал он в Северной Америке (в Азии жил близкий к нему вид) в позднем эоцене и олигоцене (примерно от 40 до 20 млн. лет назад). Для этого вида также характерно соотношение черепа к длине тела 1:3. Мы исследовали его мозг — при длине черепа 31 см длина больших полушарий мозга равнялась всего 5,2 см, а высота 4 см. В огромной голове, за костяной броней в палец толщиной, находился мозг размером с плод киви — около 90 см³! Верхняя и боковые поверхности больших полушарий мозга — это неокортекс (новая кора мозга,местилище

приобретенных навыков). На его поверхности мы нашли несколько пар борозд и извилин, ориентированных от носа к затылку. Надо заметить, что у предков современных собак, у древних псовых, живших 2 млн. лет назад, борозды на мозге имели похожую продольную конфигурацию. Ринальная борозда, отделяющая неокортекс от палеокортекса («подкорки»), проходит у гиенодонов вблизи нижней поверхности мозга, как у современных хищников.

Для сравнения: у ежей неокортекс только сверху прикрывает большие полушария, как детский беретик на голове взрослого человека, а борозды и извилины (неокортикальные складки) вообще отсутствуют.

Что же нам удалось выяснить, исследуя мозг гиенодона? Физиологические особенности и поведение животных реконструируют по принципу нейроморфологических корреляций. То есть смотрят, как развиты одни части мозга по отношению к другим, поскольку зоны, отвечающие за выполнение наиболее важных функций, увеличиваются.

Если мы говорим о плотоядных млекопитающих, то у них самое главное — то, как развиты двигательные центры головного мозга (моторная кора). Это ключ к пониманию их поведения, потому что тип движения (медленный бег, спринтерский бег, лазание, прыгание) определяет поиск и добычу пищи. Моторная кора гиенодона занимает обширный участок в передней части больших полушарий, а в ней преобладают отделы, отвечающие за мускулатуру задних конечностей и кистей передних. Причем зона управления передними конечностями занимает большую площадь коры мозга, чем

зона задних. У гиенодонов, в отличие от гиен, передние и задние ноги имели одинаковую длину. С помощью задних зверь совершал резкие броски за добычей, а передние, возможно, были нужны для того, чтобы управляться с пищей. Весьма вероятно, что эти хищники копали передними лапами почву, устраивали норы, искали мелкую добычу, обитающую в норах (грызунов в конце эоцена было уже много).

Судя по развитию соответствующей зоны в моторной коре, у гиенодона была очень мощная шейная мускулатура. Понятно, ведь поддерживать и поворачивать огромную голову было весьма непросто. Мощная шея была также необходима, чтобы удерживать схваченную зубами и вырывающуюся жертву. Судя по строению шейного отдела позвоночника, у зверя была высоко посаженная голова, то есть короткая шея располагалась почти вертикально.

Один из наиболее важных вопросов, на которые можно ответить, исследуя мозг ископаемого животного, это как у него были развиты зрение, обоняние и слух, а из этого сделать заключение о его образе жизни. Если зрение развито слабо, а слух хорошо, то зверь был ночным или жил в густых зарослях под пологом леса; если зрение развито хорошо, то обитал на открытых пространствах и т. д. Что касается гиенодона, то у него лучше было развито зрение. Зрительная кора занимает огромную зону больших полушарий — она больше, чем сомато-сенсорная и слуховая, вместе взятые. О хорошем зрении говорит и непропорционально большой диаметр зрительного нерва. Глазные орбиты гиенодона расположены уникально для наземных млекопитающих: строго по бокам головы (поэтому сектор обзора составлял 320–340°), а спереди и сверху прикрыты костями черепа, образующими полки. Это было эволюционным приобретением гиенодонов, поскольку у их предков глаза были сдвинуты вперед, как у современных собак. Небольшие бороздки на поверхности зрительного нерва говорят о том, что у гиенодона



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

было и бинокулярное зрение с углом 30–40°. Это значит, что его глаза видели не две разные плоские картинки, каждый свою, а одну совмещенную и объемную. Может быть, ему для этого надо было поднять нос вверх и сдвинуть вперед и вниз крупные, подвижные, выпуклые глаза.

Степень развития слуха можно переделить по площади неокортекса, занимаемой так называемыми первичным и вторичным слуховыми полями. У гиенодона они меньше, чем у современных хищников. Да и обонятельная система гиенодона была развита не очень сильно. Видимо, он если и мог различать разнообразные запахи, то анализировать все их разнообразие — вряд ли, разве что примитивно: съедобно, несъедобно, детеныши, половой партнер и т. д.

«На затылке» гиенодона расположено ассоциативное поле — главный «интеллектуальный» центр. Основываясь на информации, поступающей от органов чувств, зверь решал, как себя вести. Ассоциативное поле у гиенодона большое, что довольно неожиданно для столь древнего зверя, которого палеонтологи традиционно считали простым, как сумчатый опоссум. Это свидетельствует о сложном и эмоционально окрашенном поведении.

По задней части височной области можно понять, как у животного были развиты ориентировочные реакции, спонтанная и сексуальная активность, а также агрессивные реакции и контроль за ними. Поскольку у *Neohyaenodon* эта зона развита значительно больше, чем у других представителей подсемейства, значит, гиенодон мог планировать охоту, преследовать добычу и контролировать свою агрессивность. По-видимому, *Neohyaenodon* мог управлять своим агрессивным поведением более эффективно, чем современные собаки и волки. У него как бы работал встроенный в мозг предохранитель. Гиенодон, как и большинство современных хищников, вел одиночный образ жизни, а значит, его агрессивность не снижалась, как в стаях, за счет иерархии и регламентации поведения. Почему у гиенодо-

*Саблезубый тигр
из коллекции
Музея Д.Карнеги,
Питтсбург*



на были так развиты центры контроля агрессии, становится понятно после знакомства с его челюстями и зубами. Его челюсти — вершина эволюции, почти эталон, к которому обязан стремиться всякий уважающий себя хищник. Мало того что зубов идеальной формы для разрезания было много, но они еще самозатачивались! Эмаль на зубах была такая, что позволяла разгрызть прочные кости с минимальным риском сломать зубы. Челюстная мускулатура гиенодона очень мощная — что лишний раз доказывает, как хорошо зверь был приспособлен к охоте. Этот древний хищник был совершенной машиной убийства, поэтому для снижения смертности при внутривидовых конфликтах у гиенодона и сформировался развитый центр контроля агрессивного поведения.

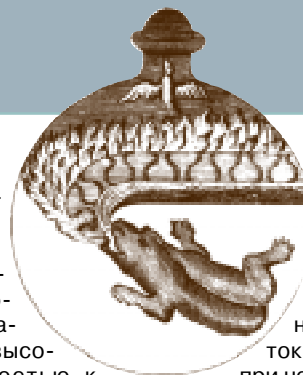
Мы можем подвести итоги. Гиенодон — бегающий активный суперхищник, питающийся крупными животными (не падальщик). Добычу свою он, подобно современным псовым, хватал зубастой пастью (а не как кошки, лапами и зубами). «Гиенодон ужасный» размером был несколько больше крупной собаки с очень крупной головой и мощной шеей. Это было относительно спокойное и не очень подвижное животное, хорошо приспособленное к бегу. С большой долей уверенности можно полагать, что оно охотилось из засад, активно, но кратковременно преследуя добычу. Угол обзора при горизонтальном положении головы у этого зверя был 340°, а когда он поднимал голову и сводил глаза, то сектор 30–40° представлял перед ним в реальном объемном виде. Все манипуляции с добычей, пока она не попала в пасть, гиенодон

делал передними лапами. Язык служил ему еще одной конечностью (подобие руки) — для перемещения пищи во рту и исследования незнакомых предметов (их гиенодон тоже брал в рот). Слуховые, голосовые и обонятельные возможности *Neohyaenodon* были значительно беднее, чем зрительные.

Хищник напоминал современных собак, но был спокойнее и молчаливее. Тупым и скучным его назвать никак нельзя. Гиенодону все было интересно, он любил пробовать все на зуб, как щенки. Если приручить такого зверя, то из него получилось бы преданное, доброе домашнее животное. Вымерли они отчасти потому, что были слишком специализированы как хищники. Впрочем, описанный вид гиенодона просуществовал в неизменном виде почти 20 млн. лет, что чрезвычайно много для крупного хищника. На протяжении всего этого времени биосфера была относительно стабильна. Однако после расцвел отряд *Carnivora* (современных хищных) и вытеснил гиенодонов и остальных креодонтов.

Кстати, исследуя слепок мозга саблезубых тигров, мы приходим к пониманию того, почему они вымерли. У них такая характерная поверхность неокортекса, и с обонянием происходило что-то странное! Но самое главное — центры подавления агрессии у них были развиты слабо, а еще эти звери обладали пониженной способностью к обучению, а это уже опасно. Так и вымереть не долго. Но про саблезубого тигра мы расскажем в следующий раз.





Фермент смерти В ГОЛОВНОМ МОЗГУ

После ишемии или инсульта головного мозга первыми страдают передние области коры. При малейшем недостатке кровоснабжения их клетки разрушаются. В Институте цитологии и генетики СО РАН установили, что клетки коры так уязвимы в том числе и потому, что они постоянно готовы вырабатывать фермент, принимающий непосредственное участие в клеточной гибели — апоптозе.

Апоптоз — запрограммированная гибель клетки. В процессе развития часто случается так, что какой-то личиночный орган или группа клеток выполнили свою функцию и больше не нужны. Эти клетки должны погибнуть, но умирают они организовано, с помощью специальных ферментов. Без апоптоза не обходится и развитие нервной системы. Обычно более половины первоначально сформированных нейронов головного мозга млекопитающих затем погибают при активном участии фермента каспазы. Новосибирские ученые проследили, как меняется содержание каспазы в разных отделах головного мозга крысят в зависимости от возраста.

Исследователи работали с 21-дневными плодами и 2–40-суточными крысятами. Из их головного мозга выделяли кору и ствол (грубо говоря, остальную часть мозга без мозжечка), определяли в каждом отделе число клеток и, косвенным образом, активность каспазы.

Ствол головного мозга у 2–5-дневных крысят уже сформирован, число клеток в нем остается постоянным, но они еще готовы в любой момент начать синтезировать каспазу. Эта готовность резко уменьшается к окончанию периода вскармливания и сходит на нет на сороковые сутки, когда центральная нервная система крысы уже полностью образована и менять в ней ничего не придется.

С корой ситуация иная. В первую неделю жизни крысят там еще происходит удаление лишних клеток, и активность каспазы очень высока. Но клетки коры готовы синтезировать ее и после сорокового дня, хотя и не в таком количестве, как во время «дозревания» нервной системы.

Согласно современным представлениям, в коре головного мозга даже взрослых млекопитающих сохраняются клетки, способные делиться и превращаться в нейроны и другие элементы нервной системы. А способность к делению подразумевает и возможность убрать клетки, которые нужно заменить новыми. По мнению исследователей, именно для

этого кора головного мозга постоянно готова запустить синтез каспазы — фермента смерти. Но каспаза подобна бомбе, которая взрывается при малейшем толчке. Способность к быстрому восстановлению обернулась высочайшей чувствительностью к стрессам. Ученые предполагают, что клетки передних отделов мозга первыми разрушаются после ишемии, инсульта или недостатка кислорода тоже из-за этого фермента.

Что такое «лезть в бутылку»?

Физиологи из Института эволюционной физиологии и биохимии РАН, изучая способность к образному мышлению, узнают степень активности правого полушария мозга, уровень психического развития человека и еще некоторые, совершенно удивительные вещи.

Каждое полушарие мозга выполняет свои задачи. Правое отвечает за смысл речи: благодаря ему мы точно подбираем слова и сочетания слов, относящиеся к предмету беседы, и понимаем метафоры. В компетенции левого полушария формальная логика, ассоциации и построение грамматически правильных связных предложений. С этими навыками человек не рождается; они формируются постепенно и неравномерно. Иногда преобладает правое полушарие, иногда левое, поэтому в каждом возрасте мышление и речь ребенка имеют свои особенности. Ученые еще мало знают о том, как изменяются межполушарные отношения в процессе развития. Вопрос тем более важен, что при психических заболеваниях эти отношения нарушены. Петербургский ученый Н.Н.Николаенко исследовал межполушарные взаимодействия на примере развития образного мышления, которое обычно формируется очень рано, поэтому его можно исследовать даже у маленьких детей.

Н.Н.Николаенко исследовал 57 здоровых школьников в возрасте от 7 до 16 лет и сравнил особенности их метафорического мышления с особенностями больных ранним детским аутизмом (8 мальчиков от 10 до 18 лет). Каждому ребенку одновременно предлагали прочесть три карточки, на одной из которых была напечатана метафора («Горит Восток»), на другой — формально сходная с ней фраза («Горит дом») и на третьей — фраза, объясняющая данную метафору («Восходит солнце»). Ребенок должен был положить вместе карточки с теми

фразами, которые, по его мнению, подходят друг другу. Ответ называли «правильным», когда вместе оказывались метафоры и их истолкования; «формальным», если ребенок объединял формально сходные фразы («Горит Восток» и «Горит дом»), и «нелепым» при несуразном сочетании фраз («Горит дом» и «Восходит солнце»).

Больше половины здоровых детей уже в 7–8 лет обладают развитым образным мышлением, а к 11–12 годам их уже около 90%. Больные аутизмом, независимо от возраста, понимают метафоры хуже младших школьников. Больше половины их неправильных ответов нелепы. По мнению ученого, активность правого полушария у таких больных снижена, а левое в данном случае не берет на себя дополнительные функции. Из-за ущербности образного мышления страдает естественный способ усвоения новой информации, при котором дети устанавливают подобие между предметами или понятиями и переносят значение с известного на неизвестное, а неспособность к обучению, в свою очередь, вызывает изменения психики.

Впрочем, образное мышление здоровых деток тоже имеет несколько удивительных особенностей. Во-первых, младшие школьники лучше понимают идиомы, чем метафоры. Единственной идиомой, вызвавшей у них сложности, оказалась фраза «Лезть в бутылку», которую 91% детишек объединял с формально сходной фразой «Лезть в окно», и значительно реже (9%) давали «нелепые» ответы типа «Лезть в окно» — «Сердиться».

Во-вторых, начиная с 13 лет способность понимать метафоры снижается. Казалось бы, с возрастом речь человека должна становиться богаче, а сам он — умнее, однако старшеклассники при интерпретации метафор не просто ошибаются чаще, чем младшие школьники, но и дают больше нелепых ответов (32%). Н.Н.Николаенко объясняет это тем, что у старшеклассников начинает развиваться логическое мышление и усиленная деятельность левого полушария мешает нормальной работе правого.

Однако есть несомненная связь между образным мышлением, развитой речью и уровнем общей культуры. Учащиеся детской изостудии, которые занимаются изобразительным искусством с раннего детства, и круглые отличники из обычной средней школы быстро и легко поняли 90% метафор, ученики-«хорошисты» работали медленнее и дали только 69% верных ответов, а двоечники долго колебались в выборе карточек и ошибок наделали больше половины.

В общем, образное мышление, конечно, формируется к 11–12 годам, но и человек должен приложить к этому определенные усилия.



Как выращивают КАМНИ

Л.Намер



Нам кажется, что мир техники стремительно меняется. Попытка оспорить этот тезис вызовет хохот оппонентов и, скорее всего, рассказ — причём издевательским тоном — о стремительном росте ёмкости памяти и количества транзисторов на чипе. Имейте терпение, дождитесь конца лекции и, печально поглядев на собеседника, произнесите — «на чипе, который, как и в середине века, делают из монокристалла кремния».

Если взглянуть на историю техники с высоты птичьего полета, можно заметить несколько тенденций. Одна из них — «большое и единичное» (рекордный экскаватор, рекордная турбина). Другая тенденция — «много маленьких и одинаковых» (процессоров в суперЭВМ, транзисторов в каждом процессоре). Техника может успешно сочетать эти два вектора в одном объекте — много транзисторов в одной уникальной суперЭВМ. Но как сделать эти транзисторы одинаковыми? Для этого их надо создавать на однород-

ном кристалле, с одинаковыми свойствами во всех точках. То есть на монокристалле.

Поэтому в основе всего прогресса компьютеров лежит прозаическая вещь — выращивание монокристаллов. Помните детство, банку с квасцами, нитку и долгий-долгий процесс?

Первым монокристаллом, полученным в лаборатории, был, наверное, рубин. Д.И.Менделеев не мог пройти мимо такого важного события и в примечаниях к тексту своих «Основ химии» писал: «Фреми (1890) получил прозрачные рубины, кристаллизующиеся в ромбоэдрах и не отличающиеся по своей твердости, цвету, величине и другим свойствам от природных. Для получения рубина накаливалась смесь безводного глинозема, содержавшего большую или меньшую примесь едкого кали, с фтористым барием и двуххромокалиевой солью. Последняя прибавляется для того, чтобы вызвать окраску рубина,

и берется в незначительном количестве (самое большее до 4 вес. ч. на 100 ч. окиси алюминия). Смесь помещается в тигель из глины и накаливается (от 100 часов до 8 суток) в отражательных печах при температуре до 1500°. По окончании опыта в тигле оказывается кристаллическая масса, причём стенки покрыты кристаллами рубина прекрасного розового цвета. Для реакции оказывается необходимым доступ влажного воздуха. Образование при этом рубина может быть объяснено, по Фреми, происхождением фтористого алюминия, который под влиянием влажного воздуха при высокой температуре дает рубин и фтористый водород».

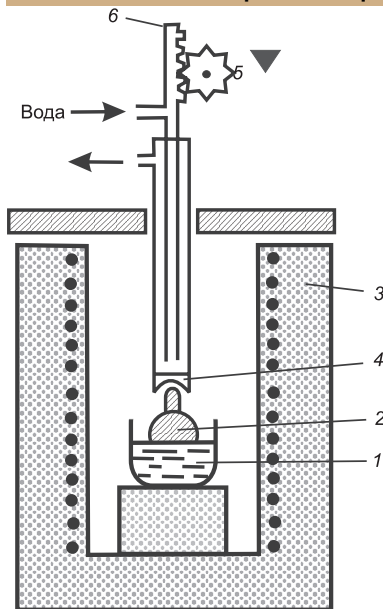
Здесь же автор «Основ химии» упомянул и другие способы: «В жару электрических печей или при температуре, достигаемой при горении Al с Fe_2O_3 , т. е. около 3000°, глинозем легко плавится и дает иногда кристаллы, тождественные с рубином». В 31-м томе словаря Брокгауза-Ефро-



Художник Г. Гончаров



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА



Установка для выращивания монокристаллов методом Чохральского
 1 — тигель с расплавом,
 2 — кристалл, 3 — печь,
 4 — холодильник,
 5, 6 — механизм вытягивания

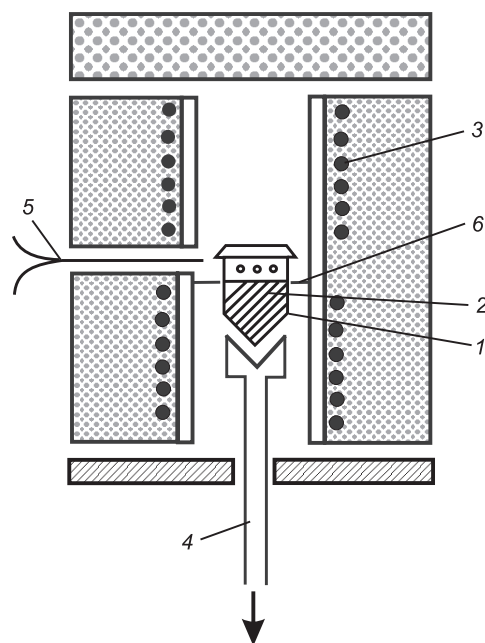
на (1895), в статье «Корунд», утверждает, что некоторое время «в торговле обращались красивые карминово-красные рубины значительной величины, несомненно искусственно полученные, однако ни об авторе, ни о способе получения ничего не известно». Согласно современным представлениям, рубин — это кристалл Al_2O_3 с примесью Cr и Fe, а камни, о которых писали в Брокгаузе и Ефроне, появились на рынке в 1885 году и действительно были получены искусственно.

Кристаллы вообще очень красивы, но для техники, повторяем, важна не их красота, а их свойства и однородность — то есть постоянство свойств по объему. Кроме того, у монокристаллов эти свойства воспроизводимы — монокристалл какого-либо вещества, полученный завтра, будет иметь такие же свойства, как и полученный вчера и на другом конце земли. Для поликристалла это не так — его свойства зависят от распределе-

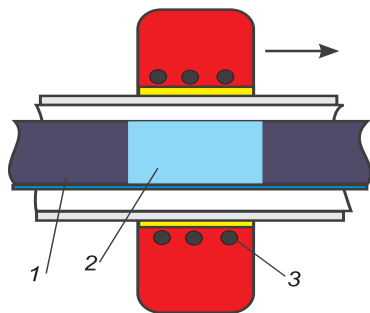
ния кристаллов по размерам и от их ориентации.

Основные способы получения монокристаллов известны давно. Кристаллы можно выращивать химическим осаждением из газовой фазы (это одна группа способов) и кристаллизацией из расплавов (это вторая группа способов). Если к этому добавить выращивание из растворов, особенно перегретых, так называемых гидротермальных, что тоже было известно во времена Менделеева (например, таким путем объяснялось происхождение природного кварца и его разновидностей — горного хрусталя и аметиста), то будут охвачены все три основные группы методов.

Каждая из этих групп имеет свою область применения и свои ограничения. Из газовой фазы обычно получают покрытые или небольшие кристаллы. Подвод вещества в этом случае идет медленно, и получить монокристалл больших размеров за разумное время нельзя. Из водных раство-



Установка для выращивания монокристаллов по методу Бриджмена
 1 — тигель с расплавом, 2 — кристалл,
 3 — печь, 4 — холодильник,
 5 — терморпара, 6 — тепловой экран



Установка для зонной плавки
 1 — твердая фаза, 2 — расплав,
 3 — нагреватель (стрелка — направление его движения)

ров выделяют хорошо растворимые вещества, те, которые нельзя получить из расплава по причине их термической нестойкости или потому, что при охлаждении до комнатной температуры имеют место фазовые переходы. Наиболее часто применяемая группа методов — это выращивание из расплавов.

Растить кристалл из расплава можно многими способами. Известен, например, способ, предусматривающий кристаллизацию всей массы расплава при охлаждении тигля. Управляемую кристаллизацию получают в результате создания двух зон — горячей и холодной — и постепенного перемещения тигля или лодочки с расплавом из горячей зоны в холодную. При этом образуется фронт кристаллизации, скорость передвижения которого можно регулировать и таким образом получать более совершенные кристаллы.

Однако чаще всего используют метод Чохральского, польского инженера и металловеда. Свой метод выращивания кристаллов он разработал аж в 1916 году. Кристалл наращивался на вращающейся затравке, которая медленно, но непрерывно вытягивалась из расплава. При этом образовывалась так называемая буля — кристалл в виде цилиндра с конической верхушкой и конической нижней частью. Метод позволял менять диаметр були путем регулирования скорости вытягивания и температуры. Одно из достоинств метода — отсутствие контакта растущего кристалла со стенками тигля, что, естественно, уменьшает загрязнение кристалла.

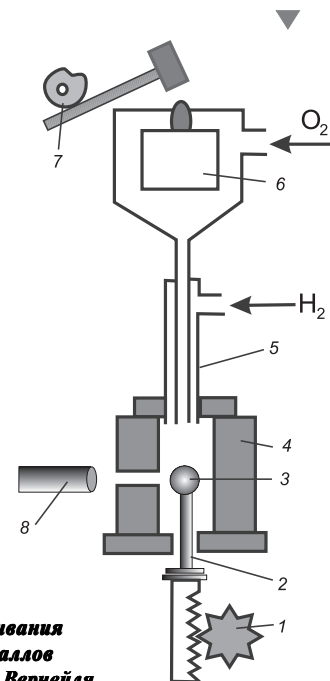
Особо популярен метод Чохральского был в 50-е годы, когда создавалась современная электроника и во всех развитых странах начали организовывать промышленное производство кремниевых монокристаллов. Основные этапы развития кремниевой электроники (этот материал, несмотря на появление новых полупроводников, надолго еще останется ведущим) тесно связаны с развитием данного метода. Сначала в установках, управляемых вручную, выращи-

вали були диаметром 25 мм. Затем установки стали автоматическими, понимание процесса и управление им улучшились, диаметр були удалось увеличить до 50 мм. Со временем его довели до 200 мм. Чем больше диаметр, тем больше (в квадратичной зависимости) площадь одиночной кремниевой пластинки и тем больше интегральных микросхем можно разместить на пластинке. Сейчас во всем мире кремниевых пластин диаметром 150 мм выпускают более 85 млн. в год, а диаметром 200 мм — более 40 млн. На 200-миллиметровой пластине сегодня размещают до 10 млрд. компонентов электронных схем.

Скорость роста кристаллов в установках Чохральского достигает 80 мм/ч, и это быстрее, чем при других методах выращивания. Уже испытывают установки, позволяющие получать були диаметром 300 мм, в исследовательских центрах работают над методами получения булей диаметром 400 мм. Если три года назад кристаллы массой 50–60 кг считались рекордными, то сейчас уже собираются получать кристаллы массой 200 кг.

А почему нельзя было сразу сделать большие установки? Дело в том, что при выращивании кристалла одну часть установки необходимо поддерживать при температуре выше точки плавления вещества, а другую — при температуре ниже точки плавления. Но пространственная картина распределения температур по мере протекания процесса изменяется, поскольку масса расплава уменьшается, масса кристалла растет, а уровень расплава понижается. Поэтому мощность нагревателей надо по ходу процесса менять, причем довольно сложным образом. Кроме того, попытки выращивать более крупные кристаллы поначалу приводили к тому, что они при охлаждении растрескивались, поскольку внутри них возникали перепады температуры и термические напряжения.

Попытки усовершенствовать метод Чохральского привели к созданию многих десятков его вариантов и разновидностей. Появились установки с

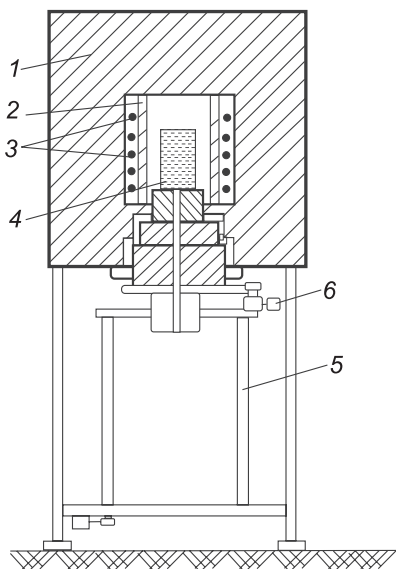


Установка для выращивания монокристаллов по методу Вернейля
 1 — устройство для опускания кристалла,
 2 — кристалло-держатель,
 3 — растущий кристалл,
 4 — муфта,
 5 — горелка,
 6 — бункер,
 7 — устройство для встряхивания,
 8 — прибор для наблюдения за кристаллом

двойным тиглем для расплава (обеспечивают подпитывание расплава и его постоянный уровень), с плавающим тиглем и другие. Для управления конвекционными потоками в расплаве применяли и магнитные поля, и звуковые колебания.

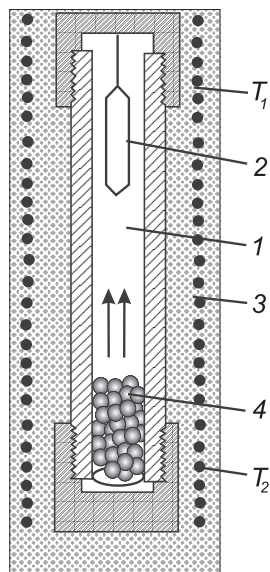
Помимо кристаллов кремния и германия этим методом получают множество соединений для электроники, оптической и лазерной техники. Это прежде всего различные по составу гранаты, шпинели, ниобаты и танталаты, рубин, сапфир, комплексные фториды, а также фианит — легированный диоксид циркония, обладающий бриллиантовым блеском и потому применяемый не только в технических целях, но и в ювелирном деле.

Другой метод выращивания кристаллов из расплава называется методом Бриджмена. Сам П.У.Бриджмен был американским физиком, нобелевским лауреатом и занимался в основном установками для создания высоких давлений и исследованиями поведения веществ при рекордных давлениях. В методе, названном его именем, монокристаллы, зарождающиеся в нижней части тигля с расплавом, служат затравкой. Тигель опускается в более холодную зону печи, при этом кристалл растет вверх, понемногу



Установка для выращивания кристаллов из расплава в растворе

- 1 — кристаллизационная печь,
- 2 — цилиндрический экран,
- 3 — нагреватель,
- 4 — тигель,
- 5 — устройство для вертикального перемещения,
- 6 — устройство для вращения



Автоклав для гидротермального синтеза

- 1 — раствор,
- 2 — кристалл,
- 3 — печь,
- 4 — вещество для кристаллизации ($T_1 < T_2$)

заполняя тигель и увеличивая свой диаметр, поскольку нижняя часть тигля выполнена в виде конуса. Скорость выращивания в такой установке составляет несколько мм/ч.

С некоторой натяжкой метод зонной плавки тоже можно считать выращиванием из расплава, хотя это, скорее, метод очистки. В этом случае у длинного монокристалла расплавляется некоторая зона, и зона расплава прогоняется по длине заготовки. При этом происходят очистка, перекристаллизация и совершенствование кристаллической структуры, а сам материал претерпевает два фазовых перехода — сначала он расплавляется, потом кристаллизуется.

Такие же два фазовых перехода происходят при выращивании кристаллов методом Вернейля. В этом случае порошок сыплется в печь, где он во время падения расплавляется и таким дождем падает на растущий кристалл. Сам кристалл по мере роста опускается, так что растущая зона кристалла находится все время на одном и том же уровне. При этом методе не нужны флюсы и дорогие тигли, но кристаллы получаются с внутренними напряжениями, а состав может искажаться из-за испарения летучих веществ.

Существуют два метода выращивания монокристаллов, при которых монокристалл растет не из расплава того же вещества, а либо из раствора в расплаве некоторого легкоплавкого вещества (флюса), либо из раствора в воде. В качестве легкоплавких флюсов используют PbO , PbF_2 , B_2O_3 , Bi_2O_3 , V_2O_5 . Кристаллизация происходит при охлаждении до температуры ниже точки насыщения. Основное достоинство метода: кристаллизацию можно проводить значительно ниже температуры плавления получаемого материала. Недостатки: загрязнение элементами флюса, необходимость в очень точном регулировании температуры, использование дорогостоящих платиновых тиглей. Флюсы должны быть не летучими, не токсичными и как можно меньше попадать в монокристалл (если не являются его компонентами), обеспечивать умеренную вязкость расплава. Например, для выращивания кристаллов железо-иттриевого граната берут шихту, содержащую 10 мол.% Y_2O_3 , 20,4% Fe_2O_3 , 36,8% PbO , 27,1% PbF_2 , 5,5% B_2O_3 . Состав кристаллизующегося продукта $Y_3Fe_5O_{12}$ не соответствует по соотношению концентрации основных компонентов составу расплава.



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Температура выдержки этого расплава составляет 1250–1300°C, время выдержки — 15 часов, скорость охлаждения 0,3–0,5 град/ч. Кристаллизацию прекращают при 950–1000°C, удаляют оставшийся расплав, а полученные кристаллы очищают кипячением в азотной кислоте. Скорость вращения тигля при выращивании — 20 об/мин, вращают его 15 с в одну сторону и 15 с в другую с 5-секундной паузой.

При использовании в качестве растворителя не флюсов, а среды на основе воды исходные оксиды или готовый сложный оксид растворяют в водных растворах кислот или щелочей. Выращивание проводят в автоклавах, например для ферритов — при 375–725°C и давлении 1800–2000 атм. Из-за разницы температур в верхней и нижней зонах автоклава сверху выделяется кристалл. Скорость выращивания — от долей миллиметра до нескольких миллиметров в сутки. Выращиваемые монокристаллы обычно имеют высокое качество и правильную огранку, так как они растут в условиях, близких к равновесным.

Наконец, существует метод, вообще обходящийся без жидкой фазы, твердофазная рекристаллизация. В этом случае для выращивания приводят в соприкосновение поликристаллическую заготовку и монокристаллическую заправку. Монокристалл начинает расти, «поедая» кристаллы из заготовки. Конструкция установки получается простой, но скорость роста монокристалла в этом методе довольно мала.

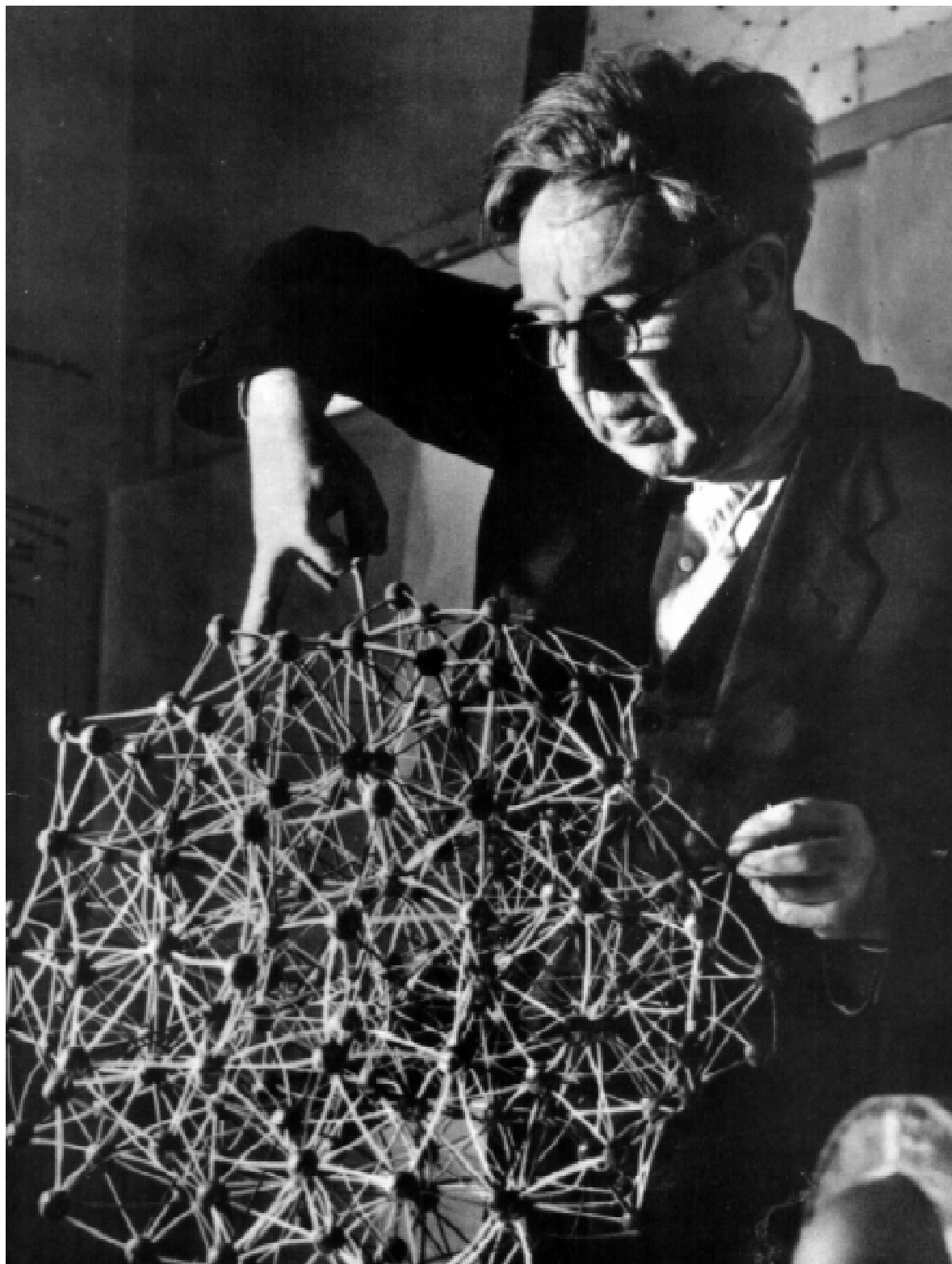
Итак, мы видим, что методы, применяемые для промышленного выращивания кристаллов, весьма разнообразны. Выбор метода определяется веществом, а если их несколько — экономическими соображениями. Разработка методов и создание установок — долгое и дорогое дело, установки сложны, а эксплуатация — занятие недешевое. Помните рекламу: «Еда для настоящих мужчин»? Примерно то же можно сказать и о монокристаллах...

Джон Бернал и его лаборатория

Алан Маккей

Когда Бернала спрашивали, основывает ли он работу своей лаборатории на коммунистических принципах, он отвечал, что нет, до этой формации он еще не дошел — пока он достиг лишь стадии феодализма, когда люди должны половину времени работать на лорда (то есть по предложенной Берналом теме), а половину — на себя.

Лаборатория — это место, где задают вопросы природе, сотрудничая с коллегами и борясь с оборудованием и администрацией.





10 мая 2001 года исполнилось сто лет со дня рождения крупнейшего английского ученого и общественного деятеля Джона Десмонда Бернала, внесшего большой вклад в кристаллографию, теорию строения жидкостей, молекулярную биологию. Несколько лет он возглавлял Международный союз кристаллографов, был вице-председателем Всемирной федерации научных работников.

Бернал родился в Ирландии, после окончания Кембриджского университета сначала работал в лаборатории Дэви—Фарадея в Лондоне, а затем в Кембридже, где вместе с Дороти Ходжкин разработал метод рентгеновского исследования кристаллов белка в маточном растворе и начал изучать строение вирусов. В 1937 году стал профессором Лондонского университета и возглавил кристаллографическую лабораторию Биркбек-колледжа; с этого же года Бернал — член Лондонского королевского общества.

Бернал доказал, что графит состоит из плоских слоев атомов, определил строение многих органических соединений (стероидных гормонов, витаминов), а также надмолекулярных комплексов, вирусов; изобрел особый прием анализа рентгенограмм (так называемые «диаграммы Бернала»). Вместе с Лоуренсом Брэггом и Лайнусом Полингом заложил основы структурного анализа белков.

Многие представители английской школы кристаллографии стали нобелевскими лауреатами — отец и сын Брэгги, Морис Уилкинс, Джон Кендрю, Макс Перутц, Дороти Кроуфут-Ходжкин, Аарон Клуг... В этот ряд выдающихся исследователей нужно включить также рано умершую Розалинду Фрэнклин и Джона Бернала. Как сказал Лоуренс Брэгг, «Бернал был разведчиком и пионером новых путей — рассматривая тот или иной раздел современного рентгеноструктурного анализа, мы каждый раз вынуждены признать, что именно он был вдохновителем первых основополагающих экспериментов в нем». А Джеймс Уотсон в своей книжке «Двойная спираль» заметил, что гениальность Бернала давно уже вошла в поговорку.

Занимаясь структурой воды, Бернал пришел к выводу, что в молекуле H_2O атомы не лежат на одной прямой (в то время это еще не было известно), и начал думать о молекулярном строении этой жидкости. В 1932 году Бернал приехал с группой английских ученых в СССР, а в день вылета на родину из-за густого тумана рейс несколько раз откладывался. И Бернал стал обсуждать физику тумана (а заодно вообще воды и льда) со своим спутником профессором Ральфом Фаулером. В ходе этого «мозгового штурма» в московском аэропорту им удалось построить молекулярную теорию воды, основанную на ведущей роли водородных связей; их статья об этом стала классической. К 1959 году Бернал разработал общую теорию жидкого состояния.

Ученого всегда волновали загадки биохимической эволюции. Он выдвинул несколько гипотез в этой области, например о связи между абиогенной эволюцией вещества и катализом. Свои размышления он систематизировал в книге «Происхождение жизни» (1967).

Еще одна сфера интересов Бернала — взаимоотношения науки и общества, и его монография «Социальная функция науки» (1939) положила начало науковедению. Еще через

15 лет вышел его объемистый фолиант «Наука в истории общества» (есть русский перевод), в котором он, основываясь в большой степени на марксистской методологии, проследил развитие науки с древнейших времен и до середины XX века.

Надо сказать, что эти вопросы широко обсуждались в послевоенной Англии. Начавшаяся научно-техническая революция, а также вклад ученых в оборону страны, в создание ядерного оружия резко подняли престиж естественных наук. Однако правящая верхушка, в которой преобладали люди с гуманитарным образованием, плохо понимала происходящие в обществе перемены. Научные исследования слабо поддерживались, к тому же их тормозила архаичная, закостеневшая система образования (этому конфликту посвящена книга известного английского физика и писателя Ч.П.Сноу «Две культуры» — М.: Прогресс, 1973).

Ситуацию усугубляла атмосфера «холодной войны», нависшая угроза ядерного уничтожения, что заставляло ученых не замыкаться на своих профессиональных, творческих проблемах и быть более общественно активными. Бернал со всей энергией включился в антивоенное движение и в 1959—1966 годы был даже президентом-исполнителем Всемирного совета мира. Не надеясь, что современный ему капитализм способен разрешить экономические и политические противоречия, он связывал свои надежды с миром социализма.

Еще в молодости (в 1929 году) Бернал написал эссе «Мир, плоть и дьявол», в котором проявилась его убежденность в безграничных возможностях науки. Он полагал, что сначала удастся улучшить биологическую природу людей, а затем направить их эволюцию в сторону освобождения человеческого духа от брэнной оболочки. Процесс, по его мнению, завершится тем, что материальным субстратом сознания станет электромагнитное поле, свет.

В романе Ч.П.Сноу «Поиски» (1934), рассказывающем о молодых английских ученых (русский перевод — М.: Прогресс, 1964), под именем Константин выведен Джон Бернал. Там друг Константина говорит о нем так: «Я не знал более выдающегося ума и не знал никого, кому нужно было так мало лично для себя».

Автор предлагаемой статьи (опубликованной в журнале «The Chemical Intelligencer» в 1995 году) Алан Маккей — старейший сотрудник Бернала в Биркбек-колледже, ныне почетный профессор, член Королевского общества. Его особенно интересуют неклассическая, обобщенная кристаллография, квазикристаллы. В 60-е годы работал по обмену в Москве и с тех пор поддерживает тесные связи с нашим Институтом кристаллографии им. А.В.Шубникова. Как он сам себя характеризует, «космополит, социалист, атеист и скептик».



*Дж.Бернал
и В.А.Энгельгардт*

Лаборатория — это место, где задают вопросы природе, сотрудничая с коллегами и борясь с оборудованием и администрацией. Кристаллографическая лаборатория, основанная Джоном Берналом в Биркбек-колледже, стала средоточием не только чисто научной, но и другой интеллектуальной и общественной деятельности.

В 1937 году Бернал, только что избранный членом Королевского общества, приехал из Кембриджа в Лондон, чтобы занять место профессора физики Биркбек-колледжа. Он сменил на этом посту Патрика Блэкетта, позднее награжденного Нобелевской премией и ставшего президентом Королевского общества. Однако почти сразу же Бернала привлекли к военным работкам, и он смог вернуться в Биркбек только в 1946 году.

Бернал подобрал и возглавил команду, ориентированную на кристаллографию, оставив другие физические проблемы на попечение своих сотрудников. Некоторые из них занимались космическими лучами — их приборы были установлены на крыше одного из домов и под землей, на станции метро. Вообще, физический отдел тогда был маленьким, он располагался в подвале старого здания в Сити, которое сильно пострадало от немецких бомбежек (его нужно было бы сохранить в качестве музея, показывающего ужасные условия, в которых приходилось работать).

Рентгеновские исследования кристаллов были начаты в 1946 году в двух старых зданиях, тоже частично разрушенных. И вот в этих не-

приспособленных помещениях трудились, как потом оказалось, два будущих лауреата Нобелевской премии и шесть членов Королевского общества. Одним из «нобелистов» стал химик Дерек Бартон, лаборатория которого располагалась этажом выше кристаллографической. Несколько раз нас всех заливало водой, а потом здание уничтожил пожар, и обе лаборатории были заново оборудованы на деньги, полученные по страховке.

1 июля 1948 года, когда работа была уже в основном налажена, основатель рентгеновской кристаллографии сэра Лоуренс Брэгг официально открыл лабораторию. Она стала воплощением возникшей в 30-е годы в кембриджском Клубе теоретической биологии (с участием Бернала, Джозефа Нидхэма и других) идеи о необходимости создавать новую науку — молекулярную биологию. Ее всеобщее признание пришло с открытием двойной спирали ДНК Уотсоном и Криком весной 1953 года.

Бернал понимал, что рентгеноструктурный анализ открывает уникальные возможности и способен произвести революцию в науке о строении вещества. Он стремился найти такие объекты, изучение которых позволило бы максимально использовать преимущества метода. В лаборатории определяли строение как достаточно простых соединений, служащих строительными блоками для биополимеров, так и больших, сложных биомолекул. Аарон Круг, Розалинда Фрэнклин и другие сотрудники изучали строение вируса табачной мозаики, рентгеновское исследование которого начал Бернал в 1936 году. Занимались также неорга-

ническими материалами (цементом, графитом), которые были важны для промышленности.

Помню, большое беспокойство вызвало сообщение, что в Кингз-колледже закристаллизовали какой-то вирус человека. В лаборатории разгорелись споры, можно ли приносить этот кристалл в наше помещение и как с ним нужно обращаться, чтобы не заразиться. Фрэнклин сказала, что она берет это дело на себя. Как потом оказалось, она позаимствовала у коллег лишь нужные ей рентгенограммы.

В начальный период, когда лаборатория относилась к «малой» науке, ее финансирование было крайне скудным. Какие-то деньги приходили от Рокфеллеровского и других частных фондов, от правительства же — очень мало. Поэтому много сил и времени уходило на то, чтобы приспособить устаревшую или испорченную аппаратуру. Что-то полезное можно было найти и дешево купить в магазинах, распродававших ненужное военное оборудование — блоки телефонных станций, радаров, оптических систем бомбометания... Посещение таких магазинов стало неотъемлемой частью повседневной работы.

Определение структуры кристаллов требовало огромных вычислений (для трехмерного Фурье-синтеза), и тут использовали все возможные средства — трофейный электромеханический калькулятор немецкого производства, разные аналоговые вычислительные машины. Применяли табуляторы, для которых пробивали тысячи перфокарт; конструировали арифмометры на основе кассовых аппаратов; строили самодельные Фурье-синтезаторы, опираясь на аналогию с оптической дифракцией.

Потом появились ЭВМ (нынешние персональные компьютеры — счастье, которое невозможно было даже представить). Вообще, британская вычислительная техника в значительной мере развилась из запросов рентгеноструктурщиков, а специалисты-компьютерщики (даже занимающиеся машинным переводом с естественных языков) нередко были экс-кристаллографами.

Нищета и убожество исследовательских лабораторий отражали уозсть мышления английской аристократии, которая фактически была неспособна управлять современным обществом, основанным на научно-технических достижениях. Чтобы информировать правительственные круги о проблемах организации науки, в 60-е годы ученые создали специальный комитет (в

него вошел и Бернал). Однако чиновник, к которому они обратились, оказался человеком консервативным, не любящим естественные науки и особенно кристаллографию.

А вот Бернал со своим физическим образованием дал несколько лекций на факультете искусств. Он со знанием дела говорил (и писал) об архитектуре, о Бернарде Шоу и многом другом. В те времена физики и химики увлекались и всерьез занимались социологией, экономикой, политикой, искусством — они воспринимали науку не как профессию, а как образ жизни, то есть как некую целостность, еще не поделенную на ячейки ради административного удобства.

Наша лаборатория стала местом не только большой научной, но и социальной активности. Широкий круг вопросов обсуждали на общих чаепитиях, происходивших дважды в день (такой обычай Бернал перенес из Кембриджа). «Холодная война» была тогда в самом разгаре, а почти все уже имели личный военный опыт и понимали, что отношения между государствами должны строиться по-иному. Многие сотрудники участвовали в различных общественных и политических движениях.

Лабораторию посещали известные люди — Лайнус Полинг, Бакминстер Фуллер, Абрам Иоффе, Дональд Коксетер (канадский геометр. — Л.К.), Андре Львов... Расположенная неподалеку от Британского музея, она служила притягивающим центром, причем не только для ученых, но и для писателей, артистов, художников — у нас пел Поль Робсон, рисовал на стене Пабло Пикассо.

Несмотря на то что Бернал много внимания уделял планированию работ, в случае появления интересной идеи он сразу загорался и хотел немедленно ставить эксперимент. Часто это были спонтанные исследования — мы старались любым путем закрепить хотя бы малый успех, ища новые задачи, которые можно решить разработанным методом, или же видоизменяя метод для решения других старых задач.

Кристаллографы не считали себя просто вспомогательными, прикладными специалистами, обслуживающими химиков и биологов, — они шли им навстречу, вникая в их проблемы и способствуя их решению. При этом большой вклад в достижение взаимопонимания обычно вносил сам Бернал.

Как руководитель лаборатории, он стремился воплотить в жизнь принцип, который я называю лазерным (или когерентностью), — если люди

устремлены к общей цели и их действия скоординированы, то это дает много больший эффект, чем если бы они двигались к ней каждый сам по себе (не согласованными «по фазе»). Бернал считал, что такая организация дела и позволит решать поставленные общие задачи, и оставит каждому достаточно времени для развития своих идей. Ему казалось, что этот принцип уже в большой степени реализован в советской науке; поэтому он иногда смотрел сквозь пальцы на негативные аспекты политики СССР.

Когда Бернала спрашивали, основывает ли он работу своей лаборатории на коммунистических принципах, он отвечал, что нет, до этой формации он еще не дошел — пока он достиг лишь стадии феодализма, когда люди должны половину времени работать на лорда (то есть по предложенной Берналом теме), а половину — на себя.

Надо признать, что стиль руководства Бернала не отличался большой четкостью. Бывали периоды, когда он каждое утро спрашивал: «Ну что нового?», а иногда он отсутствовал неделями. Ведь в 1959 году он стал одним из руководителей Всемирного совета мира, сменив там Ф.Жолио-Кюри. Ему приходилось разъезжать по разным странам, где он встречался с Н.С.Хрущевым, Мао Цзэдуном, другими главами государств.

Конечно, все это не очень хорошо совмещалось с научной деятельностью, но он не забывал о своих академических обязанностях. Так, возвратившись из Нью-Йорка 22 июля 1963 года, он сразу поехал на научное собрание, но вскоре почувствовал себя плохо и вынужден был его покинуть — в ту ночь у него случился первый удар, и прежнего Бернала мы после этого уже не видели.

Его активная общественная деятельность не должна вызывать удивления, учитывая тогдашнее крайне напряженное международное положение. Вспоминаю, как в 1962 году, во время пика карибского кризиса, я намеревался пойти купить подарок ко дню рождения сына, но вместо этого присоединился на улице к демонстрантам, которые направлялись к посольствам США и СССР. Ведь на следующей неделе нас всех уже просто могло не быть.

Я думаю, что если бы Бернал целиком сосредоточился на рентгеноструктурном анализе, то он первым раскрыл бы строение ДНК и многих других важнейших молекул и надмолекулярных структур. Но он говорил: «Все, что я способен свершить в науке, за меня могут сделать другие. Но если никто не



ПОРТРЕТЫ XX ВЕКА

будет заниматься политикой, то науки не будет вообще».

Бернал умер в 1971 году, и после периода коллективного управления в 1977 году лабораторию возглавил Томас Бланделл, лозунгом которого стало: «Выход из кризиса любой ценой». Постепенно лаборатория перешла в категорию «большой» науки, началась ее модернизация.

Сегодня отдел кристаллографии Биркбек-колледжа — один из крупнейших в мире центров (в нем 120 штатных сотрудников) по определению структуры белков и других соединений, важных для биологии и медицины. Он оснащен новейшими приборами, что позволяет применять самые эффективные методы. Главная цель работ — создание лекарств, молекулярный дизайн.

Бурные обсуждения общественно-политических тем остались в прошлом. Конечно, проблема финансирования сохранилась — деньги стали, к сожалению, слишком важным фактором в научной работе. Частные фирмы и разные фонды — главные источники средств: фармацевтические компании наконец поняли, что их процветание основано на дюжине молекул. Малая, «дикая» наука тоже продолжает существовать — в каких-то промежутках большой, чему способствуют компьютеры, электронная почта, банки данных.

В последние годы (при правительстве Тэтчер) в верхах снова возобладало мнение, что богатство нации создают не высокие технологии, промышленность и сельское хозяйство, а банковское дело и юриспруденция. Наука плохо вписывается в такую концепцию и остается на обочине государственной политики. Эта печальная картина резко контрастирует с той, что была в период промышленной революции, когда Британия играла роль мировой мастерской.

Предисловие
и сокращенный перевод
с английского

Л.Каховского

Трудно назвать область знаний, которой бы не коснулся пылкий ум великого русского ученого — Дмитрия Ивановича Менделеева, творца Периодической системы химических элементов. Не мог он обойти вниманием и открытое в конце XIX века явление радиоактивности. Но его суждения о сущности этого феномена были как прозорливыми, так и весьма противоречивыми, простираясь от гениальных догадок до явных заблуждений. Он просто думал и сомневался — как положено думать и сомневаться любому настоящему ученому.

Задолго до Беккереля

Основой учения о веществе, которое, в силу своего образования, свято исповедовал Менделеев, было представление о незыблемости атомов. Однако после открытия А.Беккерелем явления радиоактивности в научной литературе стали все чаще появляться сообщения, ставящие под сомнение абсолютную неделимость этих, как тогда считалось, элементарных частичек вещества. Так, радиоактивный элемент радий, открытый супругами Кюри и прекрасно вписавшийся в Периодическую систему, не только излучал свет и тепло, но еще испускал инертный газ радон, также нашедший свое место в Периодической системе.

Подобные факты не могли оставить равнодушным Менделеева: ведь что будет с его системой, если окажется возможным превращение одного элемента в другой? Еще в 1872 году у него проскальзывала мысль: «В настоящее время (то есть спустя всего три года после создания Периодической системы и задолго до открытия радиоактивности! — *И.Р.*) невозможно превратить один металл в другой...» Но если такие превращения все же возможны, то как их объяснить?

И вот в 1905 году в статье «Попытка химического понимания мирового эфира» (Менделеев считал «мировым эфир» тоже химическим элементом, атомный вес которого примерно в миллион раз меньше атомного веса водорода) он осторожно пишет: «Представляя эфир как особый, все проникающий газ, можно хотя и не анализировать подобные явления, но в некоторой мере ждать их возможности». И далее: «Если допустить такое скопление эфирных атомов около частиц урановых и ториевых со-

единений, то для них можно ждать особых явлений, определяемых истечением частиц этого эфира». По-видимому, к этой мысли его привели опыты Беккереля и супругов Кюри, которые он наблюдал при посещении их парижских лабораторий: не допуская мысли о возможности превращения одних атомов в другие, но и не отказываясь верить глазам своим, Менделеев попытался объяснить световые эффекты тем, что из атомов тяжелых элементов истекает «что-то невзвешенное», однако материальное. То есть, говоря современным языком, либо не имеющее массы покая, либо имеющее ничтожную, неизмеримую массу...

Кстати, сейчас некоторые неортодоксальные исследователи склонны считать частицы «мирового эфира»

идентичными нейтрино и приписывать им ответственность за так называемый холодный ядерный синтез, связанный не только с выделением энергии, но и с трансмутацией элементов.

Однако Менделеев как химик видел ключ к разгадке тайны строения вещества, главным образом, в дальнейшем глубоком изучении свойств элемента, замыкавшего в ту пору Периодическую систему, то есть урана. Он писал: «Убеденный в том, что исследование урана, начиная с его природных источников, поведет еще ко многим новым открытиям, я смело рекомендую тем, кто ищет предметов для новых исследований, особенно тщательно заняться урановыми соединениями и прибавлю здесь, что для меня лично уран весьма знаменателен уже потому, что играл выдающуюся роль в утверждении Периодического закона...»

Тяжкие раздумья великого химика

Злоключения урана

История урана драматична и удивительна. Открытый в 1789 году М.Клапротом, он был в 1841-м «закрыт» и вновь «открыт» Э. Пелиго, показавшим, что то вещество, которое первоначально принимали за уран, в действительности было его оксидом. Пелиго удалось выделить элементарный уран в виде металла серебристого цвета с плотностью $18,7 \text{ г/см}^3$ и описать его основные физико-химические свойства.

Но на этом злоключения урана не закончились. Когда Менделеев представлял по своим местам все известные ему элементы, то среди них был и уран, которому приписывали атомный вес 120. Однако по своим свойствам этот элемент никак не «влезал» в какую-либо из клеток Периодической системы. Менделеев писал: «Формулы соединений урана до сих пор дают повод большим сомнениям, хотя классические исследования Пелиго уже выяснили наиболее важные моменты этого элемента... Установленная им и в настоящее время общепринятая формула окиси есть U_2O_3 с атомным весом $\text{U} = 120$. При таких условиях для урана не оказывается определенного места в системе ни по атомному весу (потому что в ряду от $\text{Ag} = 108$ до $\text{J} = 127$ нет ни одного свободного места, ни по отношению к свойствам; все его свойства говорят против нынешнего атомного веса...) И следовательно, его окиси принадлежит формула UO_3 и атомный вес 240». И продолжает: «Интерес к дальнейшему изучению урана от необходимости изменения его атомного веса еще больше повышается этим самым тяжелым из известных элементов».

Написав «известных», Менделеев, по сути дела, предположил возможность существования элементов с еще большим атомным весом — тех элементов, которые мы ныне называем трансурановыми...

Гипотетическая превращаемость?

И вновь цитирую Менделеева: «Мне кажется, должно приписать немалое значение для того интереса, который, очевидно, возрастает по отношению к урану, особенно с тех пор, как с ним оказались связанными два из важнейших — во множестве отношений открытия физики и химии нашего времени, а именно, открытие аргоновых элементов (особенно гелия) и радио-

активных веществ. (Менделеев все еще говорит о радиоактивных веществах, а не об элементах. И вообще, он предпочитал говорить о «паях», то есть весомых количествах веществ, взаимодействующих между собой в определенных пропорциях. — *И.П.*) Те и другие представляют собой своего рода неожиданность и крайность, какими-то еще глубоко скрытыми свойствами, связанными с крайностью эволюции самого урана. Наивысшая из известных концентрация массы весомого вещества в неделимую (атом неделим! — в этом Менделеев не позволял себе сомневаться. — *И.П.*) массу атома, существующая в уране уже *a priori* должна влечь за собой выдающиеся способности...» И далее, противореча самому себе: «Я вовсе не склонен (на основании суровой, но плодотворной дисциплины индуктивных знаний) признавать даже гипотетическую превращаемость элементов друг в друга и не вижу никакой возможности происхождения аргоновых или радиоактивных веществ из урана или обратно».

Однако эта «гипотетическая превращаемость» (все-таки «гипотетическая!»), категорически отвергаемая Менделеевым из-за ее схожести с возрениями алхимиков, привлекла к себе внимание многих исследователей. В России это были академик В.И.Вернадский и профессор Н.А.Умов, а стараниями профессора А.П.Соколова Московский университет приобрел 3 мг радия для создания радиологической лаборатории, молодые сотрудники которой были направлены за рубеж на стажировку к выдающимся физикам того времени — Э.Резерфорду, Ф.Содди и другим.

В конце концов накопление знаний об атомах подошло к тому рубежу, когда стал неизбежным качественный скачок. Появившиеся в 30-х годах публикации о взаимодействии ионизирующих излучений — прежде всего нейтрона — с веществом не могли не заинтересовать и советских ученых. В исследование новых явлений активно включились ученики академика А.Ф.Иоффе из Ленинградского физико-технического института и академика В.Г.Хлопина из Радиевого института. Возможность превращения одних элементов в другие стала реальностью. Но Периодическая система от этого не пострадала.

О пользе сомнений

Дмитрий Иванович не дожил до этого времени — он скончался в 1908



СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

году. Но в глубине его души все время шла жестокая борьба между уставшим в прежнюю пору представлением и стремлением понять и объяснить новые научные факты. С одной стороны, он категорически отвергал даже гипотетическую возможность взаимного превращения элементов. А с другой стороны, писал: «Мне лично... было бы весьма интересно присутствовать при установлении данных для доказательства превращения элементов друг в друга (а ведь он присутствовал в Париже при опытах Беккереля и супругов Кюри! — *И.П.*), потому что тогда я мог бы надеяться на то, что причина периодической законности будет открыта и понята».

Эта причина была открыта и понята в 1914 году физиком Г.Мозли, установившим, что периодичность свойств атомов определяется зарядами их ядер, и поэтому все интуитивные поправки Менделеева в порядке расположения атомов были совершенно правильными. Возможность искусственного получения элементов, следующих за ураном и не существующих в природе, впервые доказали в 30-х годах супруги Жолио-Кюри; к мысли о такой возможности их привел именно Периодический закон. А начиная с 40-х годов, как известно, в заметных количествах стали синтезировать первые трансурановые элементы, послужившие основой для создания не только ядерного оружия, но и атомной энергетики.

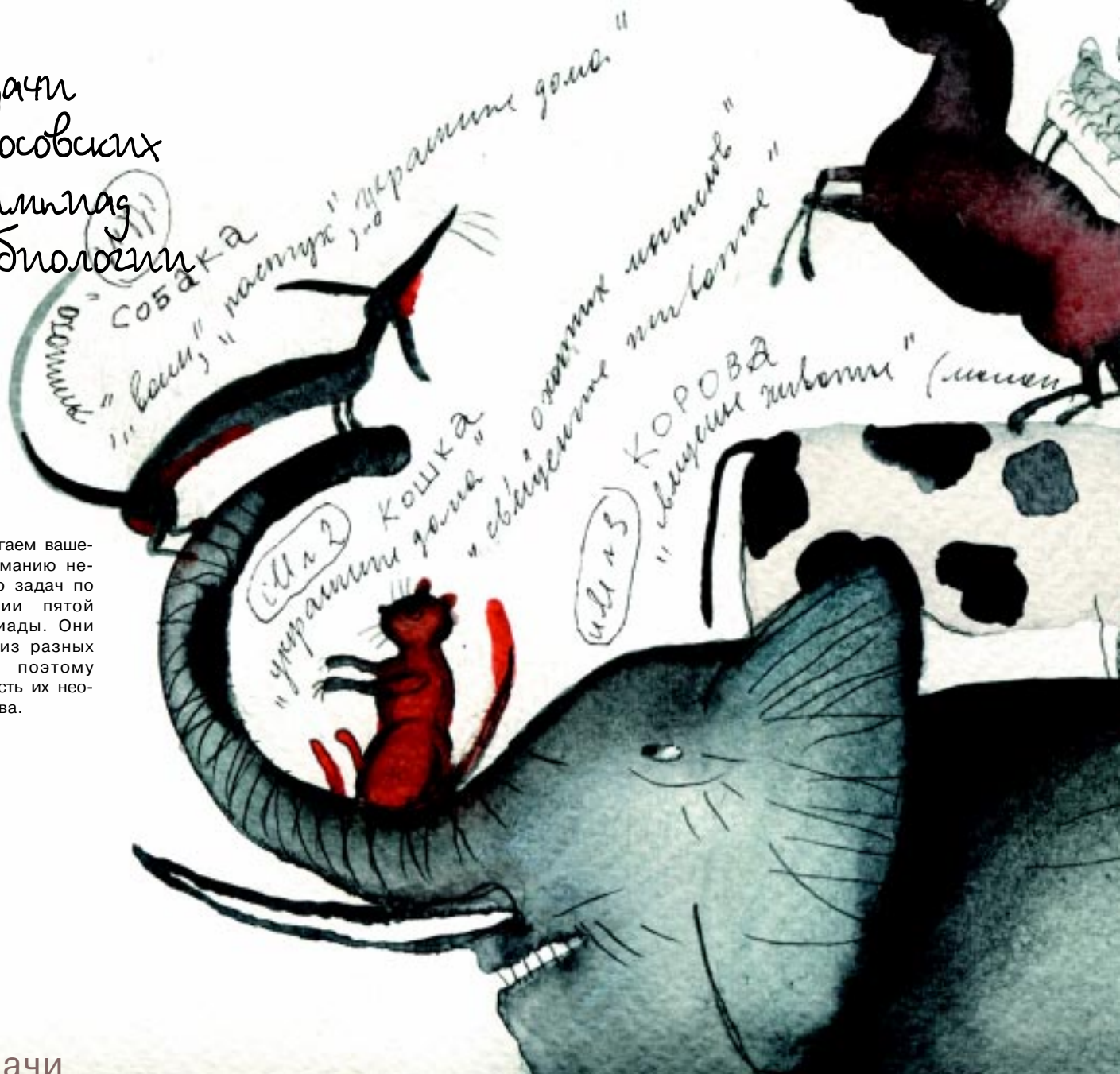
Учитывая бесспорное значение Периодического закона для исследований в этой области, нобелевский лауреат Г.Сиборг предложил назвать полученный в его лаборатории элемент № 101 «менделевием» и присвоить ему символ Md.

Дмитрий Иванович не мог, конечно, заглядывать так далеко в будущее, но его тяжкие раздумья, безусловно, повлияли на дальнейшее развитие мировой научной мысли.



Задачи Соросовских олимпиад по биологии

Предлагаем вашему вниманию несколько задач по биологии пятой олимпиады. Они взяты из разных туров, поэтому сложность их неодинакова.



Задачи

Задача 1

Рассмотрим пять регионов: Средиземноморье, Индия, Япония, Центральная Америка, Австралия, и шесть животных: корова, кошка, лошадь, овца, слон, собака. Какие из этих животных на каких из этих территорий две тысячи лет назад были домашними?

Какие другие домашние животные имелись к началу нашей эры у народов, обитавших на каждой из упомянутых территорий?

Кратко сформулируйте различные роли, которые может играть одомашненное животное в хозяйстве человека. Какие животные были «исполнителями» каждой из этих ролей у разных народов?

Задача 2

Полезно ли применение антибиотиков при лечении бешенства, ботулизма, ветрянки, гайморита, диабета, дифтерии, кори, лейкемии, малярии, миастении, рахита, ревматизма, свинки, скарлатины, столбняка, туберкулеза? К каждому ответу приведите еще один-два примера заболеваний, для которых эффективность или неэффективность антибиотиков обусловлена той же причиной.

Задача 3

Выберите из списка животных, которые впадают в зимнюю спячку или делают на зиму запасы пищи.

Список: еж, жаба обыкновенная, клест, лемминг, медведь белый,

медведь бурый, нетопырь, соболь, сойка, соя, сорока, сурок, уж обыкновенный, филин.

Для каких животных спячка — приемлемый способ преодоления неблагоприятных условий зимы, а для каких нет? Почему? Для каких животных создание запасов пищи — приемлемый способ преодоления неблагоприятных условий зимы, а для каких нет? Почему?

(При ответе не ограничивайтесь рассмотрением перечисленных организмов.)

Задача 4

Вам поручено исследовать, на основании каких признаков находят дорогу домой кошки, голуби и муравьи.



Художник Е.Силина

ШКОЛЬНЫЙ клуб



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Решения

Задача 1

В Средиземноморье — все, в Индии — все, кроме кошки, в Японии — лошадь, в Центральной Америке и Австралии — собака.

К началу нашей эры в Центральной Америке был одомашнен индюк, в Индии — куры, осел, свинья, в Средиземноморье — коза, куры, осел, свинья, голубь, в Японии — куры, свинья.

Распределение домашних животных по выполняемым ролям можно осуществить разными способами. Вот один из них.

1. Источник пищи. Сюда можно отнести как использование в пищу мяса самого животного — корова, овца, свинья, домашняя птица, кролик (у разных народов), собака (Китай), северный олень (народы Севера), так и употребление продуктов его жизнедеятельности (яиц, молока, меда) — корова, коза, домашняя птица (у разных народов), верблюд, лошадь (Азия), лама (Южная Америка), медоносная пчела.

2. Охотники — собака (у разных народов), гепард, хищные птицы (Азия).

3. Охотник-мышелов, охотник-змеелов — кошка (у разных народов), ласка, змеи (Греция, Древний Рим), мангуст (Индия).

4. Перевозчики тяжестей (в том числе человека), чернорабочие — лошадь (у разных народов), верблюд (Азия), буйвол, осел (прежде всего Азия), слон (Индия, Африка), лама (Южная Америка), северный олень (народы Севера).

5. Воин, охранник — лошадь, слон, собака, различные представители семейства кошачьих, крокодил (у разных народов).

6. Поставщик шерсти, пера, воска, рога, шкур, костей, навоза и так далее — шелкопряд (Китай), медоносная пчела, домашняя птица, овца, коза и другие (у разных народов), северный олень (народы Севера).

7. Священное животное, жертвенное животное — кошка (Египет), корова (Индия) и другие.

Опишите, какие эксперименты вы проведете для решения этих задач. Какие выводы можно будет сделать исходя из тех или иных результатов поставленных вами экспериментов?

Задача 5

Д-р Наплевайт, не в силах сдерживать возмущения по поводу статьи своего извечного оппонента, д-ра Аккурата, пишет:

«Автор пытается предложить математические модели, описывающие динамику численности популяций разных животных. Ясно, что прирост численности некоего вида A зависит как от численности самого вида A , так и от численности других видов. Однако в некоторых из своих урав-

нений д-р Аккурат предлагает для вычисления прироста численности использовать численности видов не в этот момент времени, а в какой-то другой (иногда — уже прошедший, а иногда — еще не наступивший). Не полагает ли глубокоуважаемый д-р Аккурат, что популяции обладают способностями к ясновидению?»

Попытайтесь защитить д-ра Аккурата от обвинений коллеги. В каких случаях использованный в статье подход действительно будет оправдан?



8. Украшение дома, компаньон — аквариумные рыбки, попугаи, канарейка, кошка, собака, хомяк, павлин (у разных народов).

9. Связой — собака, голубь.

10. Пастух — собака.

11. Лабораторные животные — крыса, мышь, дрозофила, шпорцевая лягушка и другие.

Задача 2

Антибиотики — это специфические соединения, образуемые микроорганизмами (бактериями и грибами) и способные в очень низких концентрациях оказывать избирательное токсическое действие на другие микроорганизмы и клетки некоторых видов злокачественных опухолей. Поэтому антибиотики применяются для лечения инфекционных заболеваний (вызываемых возбудителями-микроорганизмами) и воспалительных процессов. Вирусы устойчивы к действию антибиотиков. Однако при вирусных инфекциях (таких, как грипп, корь, ветрянка) тоже часто назначают антибиотики — не против самого вируса, а для лечения возможных осложнений (бронхиты, пневмонии, гнойные процессы и прочее). Исходя из этого, антибиотиками можно лечить прежде всего строго инфекционные (не вирусные) заболевания — острый (бактериальный) гайморит, дифтерию, скарлатину и туберкулез. Кроме того, антибиотиками можно лечить болезни с вирусными патогенами или иными механизмами возникновения, при которых возможно применение антибиотиков для профилактики осложнений, — корь, лейкомию, ревматизм.

Задача 3

Впадают в зимнюю спячку: еж, жаба обыкновенная, медведь белый (только беременные и неполовозрелые самки), медведь бурый, нетопырь, соня, сурок, уж обыкновенный.

Делают на зиму запасы пищи: бобр, сойка, соня, сорока. Кроме этих животных, для которых создание запасов на зиму принципиально для выживания, могут прятать остатки добычи медведи и соболь.

Спячка — особая форма приспособления к сезонным изменениям условий существования (прежде всего к низкой температуре окружающей среды). Из холоднокровных животных в зимнюю спячку впадают многие рыбы, все амфибии и рептилии, обитающие в высоких и умеренных широтах. Это приспособление выработалось в связи с невозможностью функционирования их организмов

при отрицательных температурах и недоступностью съедобных беспозвоночных. Из теплокровных животных в зимнюю спячку впадают многие млекопитающие и только один вид птиц (калифорнийский козодой). Спячка — приемлемый способ переживания зимы для следующих групп млекопитающих:

— организмы, рацион которых составляют летающие насекомые (рукокрылые);

— многие грызуны, обитающие на деревьях (соны, бурундуки, некоторые виды белок), — из-за небольших размеров и высокой интенсивности обмена веществ им трудно поддерживать температуру тела;

— многие крупные и средние грызуны, живущие на открытых пространствах и не делающие запасов (суслики, сурки, многие хомяки), — в связи с невозможностью добывать корм под снегом;

— грызуны, в питании которых значительную долю составляют насекомые и зеленые корма (например, тушканчики);

— крупные представители отряда насекомоядных, питающиеся рептилиями, амфибиями и наземными насекомыми (ежи);

— хищники, в рационе которых значительный процент составляют амфибии, рептилии, насекомые, корешки и ягоды (барсук, медведь, енот, енотовидная собака).

Не впадают в спячку представители отрядов, которым свойственны сезонные миграции (китообразные, ластоногие, все копытные). Исключение составляют летучие мыши, у которых спячки чередуются с миграциями. Низкий процент зимоспящих наблюдается в фауне тундр и Арктики. Здесь теплое время столь коротко, что нет возможности накопить резервные вещества для долгой зимы.

Запасание пищи служит приспособлением, позволяющим сохранять устойчивое питание. Создание запасов свойственно в основном высшим группам животных со сложной нервной деятельностью.

У птиц инстинкт запасания развит слабо. Их запасы обычно невелики, а техника сбора и хранения примитивна. Запасы делают те птицы, которые питаются в основном семенами и орехами: поползны, ореховки, сойки и другие. Мелкие совы запасают в дуплах грызунов и птиц.

Из млекопитающих без зимних запасов не могут существовать те, кто

имеет небольшие размеры (интенсивность метаболизма высока, а жировые отложения формировать нелегко) и питается семенами и сухими частями растений (этот корм долго хранится). К таким животным относятся многие грызуны (мыши, полевки, песчанки, белки, хомяки и другие) и зайцеобразные (пищухи). Мелкие насекомоядные в течение всей зимы находят под землей достаточно живого корма (почвенные беспозвоночные), поэтому в спячку не впадают и запасов не делают. Хищные зачастую прячут остатки добычи, но, поскольку ее легко могут обнаружить по запаху другие хищники, данная стратегия в их питании не является основной.

Копытные зимой успешно добывают корм, разрывая снег или поедая кору деревьев. Заготовка запасов потребовала бы от них слишком много времени и усилий.

Задача 4

Общая стратегия решения этой задачи мало зависит от вида изучаемого животного. Необходимо составить список параметров и ориентиров, которые в принципе могли бы использоваться для определения дороги домой, разработать корректные методики опытов, в которых животное не может использовать соответствующий признак, и предложить способ регистрации того, как животное поведет себя в изменившихся условиях. Список, объединяющий основные признаки, которые доступны для ориентации перечисленных в условии животных, будет включать следующие факторы:

— расположение звезд;

— положение солнца на небе, направления на восходящее и заходящее солнце;

— магнитное поле Земли;

— поляризация солнечного света;

— зрительная ориентация на знакомые животному объекты, находящиеся по пути домой, сюда же относятся оставленные самим животным метки, тоже воспринимаемые визуально;

— ориентация на звуковые «маяки»;

— ориентация, основанная на обонянии (в том числе по собственным меткам);

— осязательная ориентация на знакомые объекты или свойства дороги к дому;

— память о том, как долго и в каком направлении животное удалялось от дома.

Ясно, что при переходе к конкретному животному какие-то элементы перечня можно исключить без экс-

периментальной проверки — исходя из общих знаний о биологии этого организма.

Основные требования к методикам опытов:

— воздействия должны быть направлены строго на определенные способы ориентации;

— разработка методик, при которых изменение поведения животного однозначно трактуется как следствие невозможности использовать какие-то ориентиры, а не как результат болевого шока и прочих побочных эффектов;

— методика должна исключать использование животным дополнительных подсказок, которые могут неосознанно появиться в экспериментальной системе, но отсутствовать в природе;

— регистрация результатов эксперимента по четким критериям («прилетел в голубятню за время, не превышающее 24 часа, — не прилетел»), исключающим неоднозначные ситуации;

— усталость, болезнь, индивидуальные особенности и подобные им причины нетипичного поведения животного не должны влиять на результаты экспериментов.

Возможно, что животные используют для ориентации не один способ, а несколько. Характер предпочтения одних способов другим или правила одновременного применения нескольких способов могут оказаться весьма нетривиальными. Поэтому надо изучить поведение животных и в ситуациях, когда для них недоступны ориентиры нескольких типов.

Завершив изложение общих рекомендаций, перейдем к рассмотрению того, какова может быть реализация методов, направленных на исследование того или иного способа ориентирования.

Навигацию по звездам (например, голубей) можно эффективно изучить с помощью мини-планетария. Изменяя расположение звезд на «небосводе», экспериментатор определит, какую группу звезд животные используют для определения направления. Имеет смысл сравнить птиц, выращенных в нормальных условиях (видевших звездное небо и имевших возможность ориентироваться с его помощью), и птиц, которых содержали при рассеянном освещении (они смогут использовать навыки ориентации только полученные по наследству).

Изучая ориентацию животных по положению солнца на небе, полезно



попытаться сдвинуть их фотопериод. Для этого животных помещают в искусственные условия, когда «самодельное солнце» восходит и заходит на несколько часов раньше или/и движется в неправильном направлении. Ценную информацию дают также опыты с животными, содержащимися в условиях сокращенного или увеличенного суточного цикла.

Использование солнца как компаса в пасмурные дни затруднительно. Поэтому если окажется, что в таких условиях животные продолжают выбирать верное направление, можно перейти к изучению ориентации по магнитному полю. Исследователь может заинтересоваться, не обладают ли какими-то особенностями пути перелетов птиц, пролегающие над магнитными аномалиями (например, над Курской). Наиболее же корректная экспериментальная проверка (с минимумом побочных эффектов) состоит в помещении животного в искусственное магнитное поле или прикрепление к нему кусочков магнитов.

Обонятельные, звуковые и зрительные ориентиры достаточны для поиска дороги лишь на относительно малых расстояниях. Если конечную точку пути обнаружить физически невозможно (например, она находится за горой и поэтому не видна), попытаемся обмануть животное, сместив промежуточные ориентиры. Правда, какие именно предметы используются в качестве ориентиров — предсказать трудно, и поэтому подобные опыты можно реализовать лишь в лаборатории (скажем, сделав вращающийся круг). Имеет смысл отыскать животных данного вида с нарушениями в работе соответствующих органов чувств и выяснить, нет ли у них каких-либо аномалий в способности ориентироваться. Если же использовать блокировку зрения, слуха или обоняния, то нужно тщательно следить (используя различные контрольные опыты), чтобы ваше воздействие не вызывало никаких вторичных эффектов.

Задача 5

Вначале рассмотрим ситуации, когда на численность вида *A* влияет некоторый вид *B*. Причинами «странных» уравнений могут быть:

— взаимодействие с популяцией вида *A* лишь представителей вида *B* определенных возрастов;

— влияние на вид *A* продуктов жизнедеятельности вида *B*, накапливаемых им за определенный промежуток времени;

— на вид *A* в действительности влияет какой-то третий вид *C*, численность которого зависит от вида *B*, но с временной задержкой (например, вид *B* «выедает» половозрелых особей вида *C*, но вид *A* почувствует это лишь как отсутствие их потомков);

— изменения численности обоих видов определяются одним и тем же абиотическим либо биотическим фактором, но один из видов на него реагирует быстрее в силу более интенсивного обновления поколений (раннего наступления половозрелости и пр.).

Что касается «опережения» событий в моделях, то оно, скорее всего, связано с циклическими изменениями численности (если «волны численности» относительно стабильны, то в модель можно подставлять значения как для прошедшей, так и для будущей волны). Не исключено также, что для благополучия вида *A* нужны молодые особи вида *B*, которые лишь через некоторое время будут определять общую численность популяции своего вида.

Если мы рассматриваем модель, в которой изменения численности вида *A* зависят от численности популяции того же вида, то и здесь могут работать аналогичные соображения. Например, основной прирост популяции могут обеспечивать особи определенного возраста, а их число определяется тем, насколько благоприятными были условия существования не в данный момент времени, а за какое-то время до него.



Химики со шприцом

Одно из самых заметных достижений синтетической органической химии — получение новых лекарственных средств. Синтезировать новые лекарства трудно. В основном потому, что плохо известно, как связано строение молекулы и биологическое действие лекарства. Малейшие изменения структуры молекулы могут привести к исчезновению или сильному изменению биологической активности. И наоборот, почти одинаковая активность нередко наблюдается у веществ разной химической природы. Например, если в молекуле морфина — сильного наркотика — заменить один из атомов водорода на метильную группу, то получится сравнительно безвредное вещество кодеин. А вот обратный пример. Природный алкалоид кокаин (структура 1)

раньше применяли для местного обезболивания. Однако кокаин обладает наркотическим действием, и применение его опасно, поэтому в медицинской практике его давно заменили на синтетический аналог, который назвали новокаином (структура 2). Как видно, эти молекулы совершенно различны по структуре.

В начале XX века немецкий биохимик Пауль Эрлих (1851–1915) предложил искать новые биологически активные вещества методом скрининга (от англ. screening — просеивание). Множество различных химических соединений, в том числе вновь синтезированные, с помощью стандартных методик подвергают проверке на биологическую активность в надежде на то, что рано или поздно на «сите» блеснет самородок — вещество с нужными свойствами. Сам Эрлих в поиске эффективного лекарства от сифилиса синтезировал 605 веществ, и лишь следую-

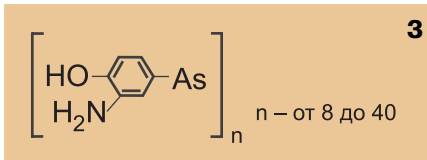
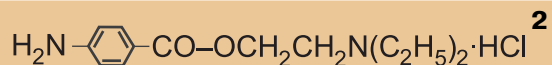
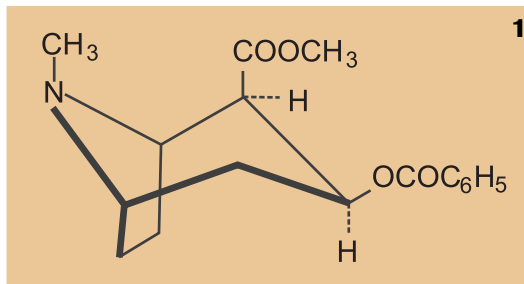
щий «препарат 606», названный позже сальварсаном (структура 3), обладал нужными свойствами. Тем не менее считают, что Эрлих повезло.

В начале XX века лишь единицы индивидуальных химических соединений применялись как лекарственные средства. Сейчас таких много тысяч. Только в 1930-х годах после открытия антибактериального действия сульфаниламида были синтезированы и испытаны сотни его аналогов, из которых сформировалась большая группа сульфаниламидных препаратов (норсульфазол, сульфадимезин, сульфадиметоксин, этазол, сульгин, фталазол и другие). После открытия транквилизирующего (нейролептического) действия элениума появились десятки

близких по структуре соединений, составивших большую группу современных транквилизаторов (нозапам, лоразепам, феназепам, тетразепам и так далее). Если в первом издании справочника М.Д.Машковского «Лекарственные средства» (1954) содержались сведения о 555 основных лекарственных препаратах, то в последнем, четырнадцатом, издании (2000) — более чем о двух тысячах. Поиском новых лекарственных средств занимаются в крупнейших научных центрах во всем мире. О проблемах и успехах в этой области можно прочитать в статье А.М.Шкроба «Молекулы лечат» («Химия и жизнь», 1998, № 1–3).

Авторы книги «Мировые рекорды в химии» приводят список деятелей искусства, умерших в прошлом от болезней, которые современная медицина могла бы вылечить:

- чума** — Мазаччо, живописец (1401–1428), Джорджоне, живописец (1477–1510);
- лихорадка** — Рафаэль, живописец (1483–1520), Моцарт, композитор (1756–1791);
- туберкулез** — Джон Китс, поэт (1795–1821), Генрих Гейне, поэт (1797–1856), Фредерик Шопен, композитор (1810–1849), Эмилия Бронте, писательница (1818–1840), Анна Бронте, писательница (1820–1849),





САМОЕ, САМОЕ В ХИМИИ

Джордж Оруэлл, писатель (1903–1950);
тиф — Франц Шуберт, композитор (1797–1828);
сифилис — Роберт Шуман, композитор (1810–1856), Шарль Бодлер, писатель (1821–1867), Фридрих Ницше, поэт и философ (1844–1900), Поль Гоген, живописец (1848–1903), Ги де Мопассан, писатель (1850–1893), Гуго Вольф, композитор (1860–1903).

Во многом благодаря лекарственным средствам средняя продолжительность жизни в развитых странах за последнее столетие удвоилась. В Германии смертность от пневмонии, которая в 1936 году составляла 165 на 100 тыс. населения, снизилась к 1985 году в результате применения сульфаниламидных препаратов до 17; смертность от туберкулеза с 1930-го по 1985 год уменьшилась в результате применения анти-туберкулезных препаратов еще разительнее — с 158 до 1,9. В США только за период с 1955-го по 1996 год удалось снизить смертность от ревматизма на 83%, от атеросклероза — на 74%, от язвы желудка и двенадцатиперстной кишки — на 72% и так далее.

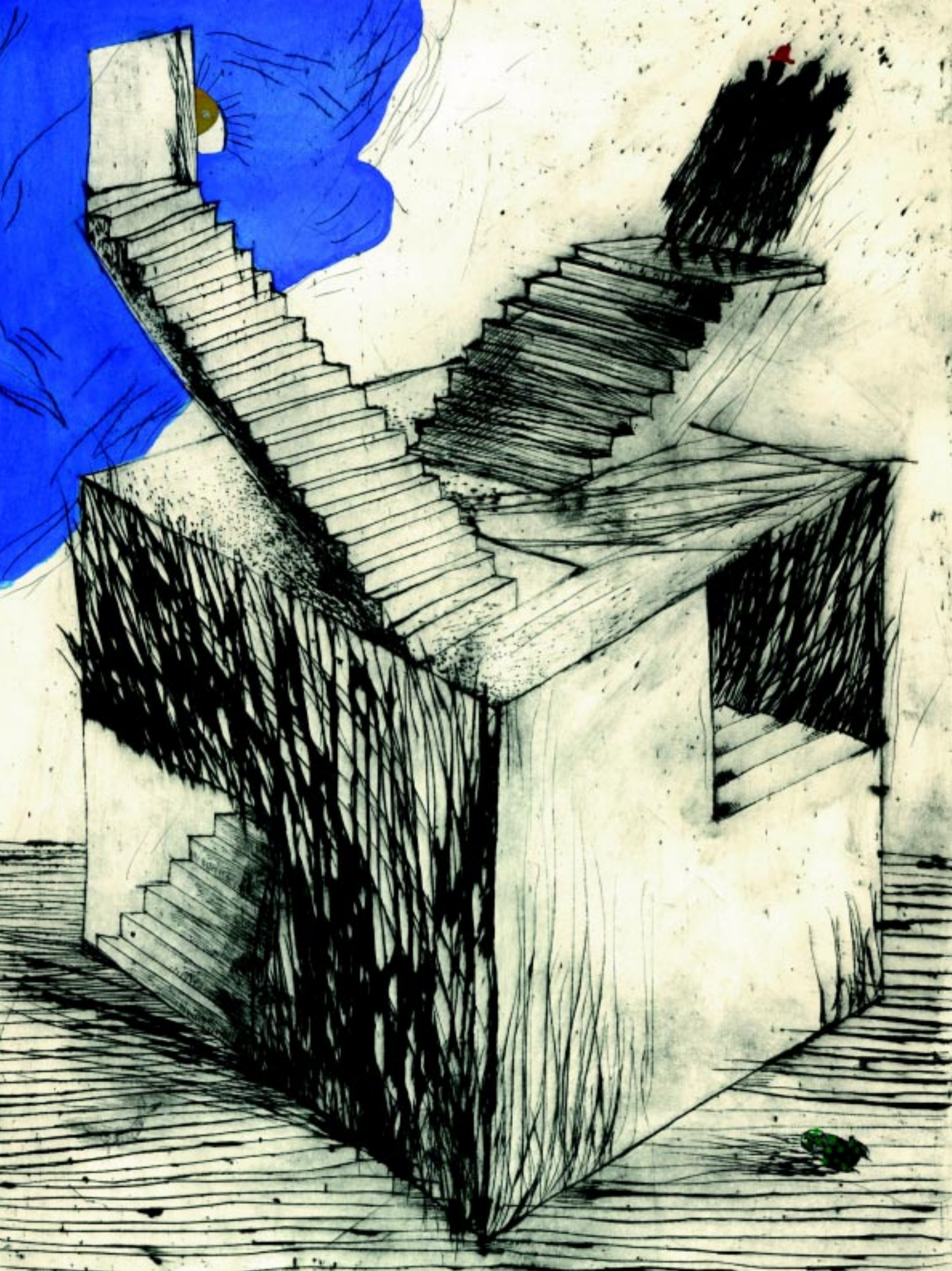
Какие же лекарства наиболее распространены в мире? Вычислить рекорсмена по количеству принимаемых людьми таблеток вряд ли возможно — одно и то же лекарство может быть в разных дозировках. Зато известно, какие лекарства принесли наибольший доход. В книге «Мировые рекорды в химии» приведен десяток рекордсменов по данным на конец 1990-х годов. Структурные формулы этих соединений не приводятся, так как в них нет ничего «рекордного»; при желании их можно найти в справочнике Машковского.

Несмотря на то что в московских аптеках почти все эти препараты есть, они незнакомы подавляющему большинству граждан, а несколько лет назад были незнакомы и большинству врачей. При рыночных отношениях предложение определяется платежеспособным спросом, а какой спрос может быть, например, на золофт, если цена одной его упаковки (28 таблеток) доходит до 1500 рублей?

Торговое название	Продажа, млрд. долл.	Применение	Российское название и синонимы
Losec	3,8	Лечение язвы желудка	Омепразол
Zocor	2,8	Снижение содержания холестерина в крови	Зокор (симвастатин)
Prozac	2,4	Антидепрессант	Прозак (флуоксетин и др.)
Zantac	2,2	Лечение язвы желудка	Зантак (ранитидин)
Norvasc	2,0	Гипертония	Норваск (амлодипин)
Renitec	1,9	Гипертония	Ренитек инворил, (эналаприл, эднит, энам, энап, и др.)
Augmentin	1,4	Антибиотик	Амоксициллин (амоксилар, амоксиклав, хиконцил и др.)
Zoloft	1,4	Антидепрессант	Золофт (сертралин)
Seroxat	1,4	Антидепрессант	Пароксетин
Ciproxin	1,4	Антибактериальный препарат	Ципрофлоксатин (ципробай, ципролет, ципробид и др.)

В развитых странах наибольший доход приносит продажа лекарственных средств, предназначенных для лечения болезней сердечно-сосудистой системы. На втором месте — средства для лечения пищеварительной системы и нарушений обмена веществ. Далее идут (в порядке уменьшения объема продаж) средства для лечения центральной нервной системы, органов дыхания, бактериальных инфекций, мочеполовой системы (включая половые гормоны), кожных заболеваний, костно-мышечной системы, заболеваний крови, иммунной системы, различные гормональные препараты (кроме половых), диагностические средства. По оценкам, 22% людей в возрасте от 30 до 49 лет принимают таблетки ежедневно (или почти каждый день); для возрастной группы от 50 до 59 лет этот показатель возрастает до 43%, а для людей старше 60 лет — до 66%. В то же время 40% населения развитых стран редко принимают лекарства, а 10% утверждают даже, что никогда этого не делают.

И.Леенсон,
по материалам книги
«Мировые рекорды в химии»





Подкачка

ФАНТАСТИКА

Художник В. Акатьева

— Вот, как ты думаешь, какой чип лучше?

Старый Давид произнес это, хитро глядя на неизменного своего собеседника. То есть он давал понять, что нашел на сегодня тему для разговора. Немного поерзав, чтобы устроиться на своем месте поудобнее, Давид Левитски снова глянул на старого Петера. Тот еще только протискивался в уголок, держа в руках две кружки темного. А две кружки светлого, принадлежащие Давиду, уже красовались на столе. Старые друзья собирались в этом кабаке по понедельникам и пятницам. Потому что собираться дома и пить бутылочное — себя не уважать.

— Ты, конечно, скажешь, что, мол, это все знают. — Тут Давид сделал первый глоток из кружки и аж зажмурился от удовольствия. — Эх, что ни говори, а первый хлебок — главный! — И, заметив краем глаза неодобрительное шевеление Петера, быстро продолжил: — Да-да, я настаиваю именно на этом слове — хлебок! Потому что, в продолжение нашей понедельничной дискуссии, я вынужден снова повторить: пиво надо пить, прихлебывая пену!

Следует сказать, что Петер, во-первых, всегда ждал, пока пена отстоится, а во-вторых, считал, что первый глоток еще ничего не значит, а важно оценить тот вкус, который остается во рту уже после пива.

— Ну, это мы обсудить всегда успеем, — быстро произнес Давид, — а сегодня у нас есть тема поинтереснее. Так что насчет чипов? Ты, конечно, скажешь, что лучше такие, у которых больше память или быстроедействие. Да? Ага, так я и знал! А я тебе скажу, что лучше те, которые с плавающим интерфейсом! — С этими словами Давид откинулся на спинку своего диванчика и сделал затаяжной, смачный, громкий хлебок.

Итак, тема была задана. Крючок послунявлен, червяк насажен, удочка заброшена. Настало время передать слово добродушному старику Петеру, который все еще ждал, когда у него в кружке осядет пена. Он попытался, помялся, и сделал ответный ход:

— Почему это — с плавающим?

Давид промолчал. Однако и Петер Готт был не лыком шит. Он тоже замолк: старика Давида не грех немного и подзадорить. Сейчас, например, Давид явно ждал, что Петер начнет расспрашивать его про интерфейс. Но вместо этого Петер сделал наконец первый глоток и утер усы с таким наслаждением, как будто вытирать их ему куда приятнее, чем пить пиво. Пришлось старому Давиду самому нарушить молчание.

— Честно говоря, я не знаю, почему он называется плавающим. Но я знаю другое. Только для этого, не нового уже в общем-то интерфейса стало возможным разработать такой софт, какого еще свет не видывал! Это — главная сенсация года, помняи мое слово!

Петер оторвался от кружки и произнес не спеша:

— Так что же это такое, черт возьми?

— Подкачка эмоций.

— Этого не может быть, — спокойно и веско сказал Петер.

Сказал, а сам решил порыться в своем чипе, чтобы навести справки, и закрыл глаза. Через пару минут он снова взглянул на Давида. Тот пил пиво с самым невозмутимым видом. Петер тоже приложился к своей кружке и повторил:

— Не может быть. Над управлением эмоциями думают с тех самых пор, когда начали вживлять чипы в мозги. И даже гораздо раньше. Еще с прошлого века хорошо известно, что если воздействовать через вживленный электрод на определенный участок мозга, то можно вызвать, например, страх или эйфорию. Но кому нужны эти примитивные чувства? Насколько я понимаю, употребляя затасканный термин «подкачка эмоций», ты говоришь о другом. В свое время ведь об этом много говорили. Речь шла о более тонких чувствах. Например: удовольствие от пары кружек хорошего темного. А чтобы получить такие чувства, для каждого из них надо определить свой набор точек воздействия. Так что создать машинку для подкачки эмоций в принципе можно было уже давно. Но! Тогда весь мозг придется истыкать проволоками: чем больше различных чувств ты хочешь подкачивать, тем больше потребуется электродов. Это тебе не простые наши чипы, которые только дают возможность визуализировать информацию. Следовательно, такая игрушка даже на десяток чувств будет в сто раз дороже любого чипа, а кроме того, ты уже не отделаешься парой дней при установке такой штуки — придется, может быть, потратить на клинику пару недель. Короче, я только что порылся и не нашел ни одной научной статьи, в которой сообщалось бы о положительных результатах, зато нашел тридцать шесть статей о том, что это невозможно в принципе. Причем все эти статьи — старые. Даже военные давно перестали разрабатывать эту тему.

— Спасибо за лекцию, — пробормотал Давид.

— Не ехидничай! Я не знаю, где ты раскопал свою сенсацию, но я почему-то уверен, что ты не удосужился ознакомиться с проблемой поближе. Так что лекция тебе не помешает, — закончил Петер.

Давид Левитски посмотрел на него снисходительно. Приятно чувствовать свое превосходство. Да не в чем-нибудь, а в обладании информацией! В наше время разгула информационных технологий это такая редкость!

— А когда ты последний раз обновлял информацию?

Петер опустил глаза. Действительно, он не любил эту процедуру. С возрастом его все больше привлекал старомодный стиль жизни, той жизни, какой она была в годы его детства. Поэтому теперь он старался без необходимости не пользоваться никакими техническими приспособлениями. Что толку без конца обновлять свои базы данных! Без этого нельзя прожить, что ли? Деревянный маленький домик, садик, пиво, общение с внуками и немногочисленными друзьями... А в молодости они оба, помнится, были, так сказать, в авангарде гонки по шиванию себе камней в череп, которая тогда захлестнула мир. Сейчас же тех редких оригиналов, которые этого не делают, даже Петер считает пижонами. А кроме того, он просто-напросто не любил всю ночь спать с торчащим из башки проводом.

— Обновлял две недели назад... — начал было Петер, но Давид перебил его:

— Впрочем, это не важно. Я обновлял вчера, специально для нашего разговора. И там действительно ничего нет.

Петер удивленно посмотрел на него: дескать, что же ты мне голову морочишь?

— Но не хочешь ли ты посмотреть сейчас последние новости? — продолжил Давид. — Ты же встроил в свой чип модуль сотовой связи, не правда ли? — И он улыбнулся так, что стало ясно: новости посмотреть стоит.

Петер вздохнул и, закрыв глаза, вышел в Сеть. Через несколько секунд он уже читал сообщение о сенсации. Буквально вчера одна компания объявила о том, что выпускает в свободную продажу полностью проверенный на добровольцах софт, единственным недостатком которого является то, что он работает лишь с интерфейсами типа «плавающий». Далее оказалось, что все работы компании над этим проектом были тщательно засекречены и уж тем более нигде не публиковались, чтобы раньше времени не выдать себя конкурентам... Ситуация, похоже, сложилась уникальная: все забросили подобные исследования, а вот одна небольшая компания все-таки дождалась это дело и вышла на мировой рынок с уникальным продуктом, имеющим гигантский коммерческий потенциал!

В общем, созданная программа позволяла «подкачивать» до полутора тысяч различных чувств! Причем утверждалось, что это только начало и в скором времени выйдут новые пакеты эмоций, которые можно будет просто инсталлировать ночью обычным способом. В рекламном сообщении новая программа воспевалась чуть ли не как панацея: жена (или муж) перестала удовлетворять тебя? Включи подкачку сексуального влечения! Тебе предстоит встреча со злым начальником? Включи уважительную симпатию! У тебя нет денег или времени на вкусный обед? Ты можешь есть обыкновенный хот-дог, но при том испытывать удовольствие, будто потребляешь нечто изысканное (смотри список блюд)!

Кроме того, рекламировались и негативные эмоции. Предположим, вы присутствуете на похоронах родственника, но слишком вымотались за сегодняшний день, чтобы действительно выглядеть как человек, у которого горе. Нет проблем — можно подкачать эмоции печали!

И наконец, не забудьте, что еще есть возможность подавлять свои эмоции. Для этого надо подкачать то чувство, которое является противофазным тому, которое вы хотите подавить. Например, если вам холодно, подкачайте «теплый летний вечер». Подкаченное чувство обязательно окажется сильнее «родного». Надо только правильно подобрать необходимое чувство из меню, предлагаемого фирмой. Впрочем, на первых порах в списке может не оказаться необходимого. И если вы неправильно подберете противодействие, то наложившиеся чувства могут дать в сумме что-то неожиданное. Но список предлагаемых эмоций будет расширяться!

Петер открыл глаза и посмотрел на Давида.

— Тебе-то как стало известно обо всем этом? — спросил он. — Ведь по твоему лицу видно, что ты обо всем узнал раньше журналистов. Ну?

Давид выдержал небольшую, чтобы не переусердствовать, паузу и выложил то главное, ради чего он затеял весь сегодняшний разговор:

— У моего внука эта штука уже два дня.

— У твоего внука? У Яна?

Давид победоносно промолчал, а Петер медленно сказал:

— Слушай, но как же это может быть? Как они смогли сделать такое под «плавающим»? Ведь за каждое чувство отвечает определенный участок мозга, а в общем случае — совокупность участков. Но все чипы, в том числе и с «плавающим», действуют на один и тот же участок, который к чувствам не имеет никакого отношения?

Высокий полноватый блондин вышел из ворот небольшого серого особняка. Парень хоть и слегка мужиковатый, но вполне симпатичный. Это и был Ян, внук Давида.

Здесь он провел десять дней. Пространство за оградой особняка было застроено несколькими корпусами. С улицы их не раглядишь. Да, все скрыто от посторонних глаз...

С Яном тогда впервые прошли сквозь эти ворота еще одиннадцать человек, но ему не было никакого дела до остальных добровольных участников эксперимента. У каждого из них — своя причина пойти на риск. Хотя, как утверждали руководители проекта, риск ничтожный. Важно другое: будет бум, наступающий бум! Выстроятся очереди. Все, кто сможет себе это позволить, непременно заполучат такую игрушку!

Э, нет! Это никакая не игрушка, а новое качество жизни! Ян думал об этом с удовольствием, потому что уже успел убедиться, что новомодная штука работает великолепно! А ведь будет еще лучше, когда появятся новые пакеты эмоций. Вот только за них уже придется платить. Но это потом. Он вряд ли смог бы в ближайшее время накопить на эту штуку. Поэтому, когда представилась возможность стать добровольцем и таким образом бесплатно заполучить эту программку, Ян не раздумывал.

Он сделал это для Каролины, хотя она об этом пока ничего не знает. Сказал ей, что уезжает в командировку. Девушка округлила глаза (ведь его раньше никогда не отправляли в командировки), но поверила. Она верит ему всегда, она его любит. И он обязательно расскажет ей о своем приобретении, обязательно. Может быть, даже сегодня. Теперь дело сделано. Ведь если бы он рассказал ей прежде, когда решился, она обязательно стала бы его отговаривать, ну и кроме того, волновалась бы все эти десять дней. Но все закончилось так удачно!

Ян был абсолютно убежден, что такой софт — не роскошь, а совершенно необходимая вещь для семейного счастья. Он слишком любит свою Каролину, чтобы хоть в какой-то степени рисковать их будущим!

Он медленно приближался к своему дому и мысленно полемизировал с воображаемым собеседником. Это вовсе не риск, скажете вы? Миллиарды людей женятся и дальше всю жизнь обходятся без этого? И еще, наверное, вы скажете, что любовь должна быть настоящей, чистой, а не искусственной? А я вам вот что скажу в ответ: вы просто ханжи! Кто сказал, что семейное счастье не может опираться на технические достижения — точнее, на софт? Ну кто так сказал? Главное, чтобы оно было, это счастье! Чтобы дети никогда не видели даже прохладного отношения родителей друг к другу, не говоря уже о разводе! А сколько пар прошли через него? И кто от этого застрахован? Нет, лично я такого не хочу!

Так почему же тогда вы смотрите на меня косо из-за того, что я буду строить свое счастье с помощью программы? Что



тут безнравственного? Безнравственно другое: изображать из себя примерного супруга, когда в сердце уже давно нет любви. В общем, притворяться. Или махнуть на все рукой и развестись... Не буду спорить, у кого-то получается любить друг друга всю жизнь. У кого-то — да. Но где гарантии, что в это число попаду я? Нет, я не хочу отдавать будущее своей семье на откуп случаю. Если уж притворяться, то притворяться с гарантией.

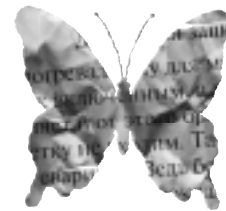
Каролина Бауер была девушкой строгого воспитания. Одевалась она всегда подчеркнуто скромно, но элегантно. Невысокий рост, правильная фигура. Всегда собранная и подтянутая, Каролина училась хорошо и старательно. Она была единственной дочерью очень зажиточных, но очень религиозных родителей, поэтому никогда ни в чем не нуждалась, но вместе с тем ей никогда не позволяли никаких вольностей. В свои семнадцать лет она никогда не пробовала курить, не пробовала спиртных напитков, не дружила с мальчиками (с девочками она, впрочем, тоже почти не дружила), не ходила на концерты молодежных групп, не посещала вечеринок. Зато много читала, часто слушала классическую музыку, обучалась у дорогих репетиторов, ходила с родителями по дорогим ресторанам и уже объездила полмира (понятно, вместе с родителями).

Ян влюбился в нее около года назад, влюбился окончательно и бесповоротно. Что-то в ней, Каролине, было особенное. Это признавали все одноклассники, а вот влюбился только Ян.

В отличие от родителей, Каролина не была истинно религиозна, но виртуальную реальность, или попросту ВР, она не переносила точно так же, как и они. Вообще, от своих родителей она переняла гораздо больше, чем ей хотелось бы думать. И хотя у нее, равно как у ее родителей, чипы, конечно, были (у кого их сейчас нет!), но блуждания по ВР они не одобряли. Поэтому Ян все-таки побаивался признаться Каролине в том, что он осмелился установить себе такую новаторскую программу. Кто знает, как она прореагирует? Конечно, она любит его, это точно, она постарается его понять, но...

Ладно, подумал он, уже засыпая, все обойдется. Утром ему предстоит свидание с Каролиной, которую он не видел уже две недели, а потом, вечером, он отправится к Бауерам домой, чтобы официально просить руки их дочери.

Она проснулась и сразу подумала о нем. Сегодня он вернется из своей дурацкой командировки. Когда он станет моим мужем, подумала Каролина, еще посмотрим, отпущу я его так надолго или нет!.. От этой мысли ей сразу стало весело. Размечталась! Всего-то семнадцать лет, еще даже не поступила в университет, а замуж собралась!.. Ну и что? По-



ФАНТАСТИКА

кажите мне ту, кто на самом деле не хочет замуж! Да и родители, как ни странно, эту идею поддерживают, и, судя по запаху из кухни, мама, как и обещала, готовит на вечер семейный сливовый пирог.

Встреча с Яном была назначена на одиннадцать утра. За завтраком мать говорила с дочерью очень благосклонно. Как и отец, она придерживалась твердого убеждения, что женщины должны выходить замуж и рожать детей. Ян им нравился. А то, что немного рановато, — это ничего. «Ты ведь не собираешься бросать учебу, правда? Ну вот и хорошо! — улыбнулась мать, добавив, что пока дочь может идти и заниматься.

И Каролина с легким сердцем пошла заниматься. Начинаясь чуть ли не самый счастливый день в ее жизни. Села за стол, закрыла глаза и пошла в библиотеку.

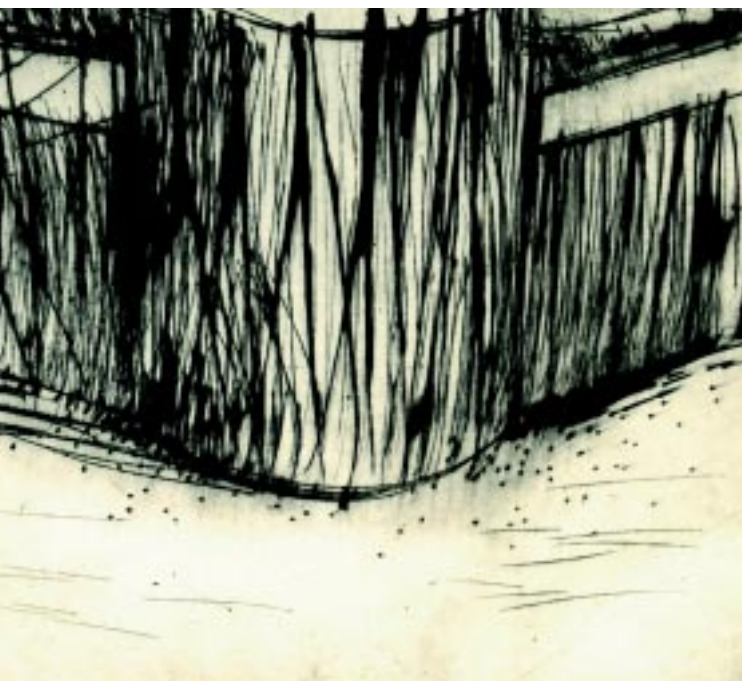
На сайте библиотеки сменили вывеску. Она немного расстроилась, потому что это означало, что там наверняка обновили и интерьеры, а среди них был ее любимый уголок с видом на горы. Зачем так часто менять оформление сайтов? Тем более в библиотеках?

Она вошла. Действительно, оформление изменили довольно сильно. Все решено, конечно же, в модном стиле «Новое Возрождение». А вот логику пользования, похоже, не изменили. И на том спасибо. Каролина направилась к каталогу, который виднелся на прежнем месте, справа.

Боже мой, а сколько вокруг расставлено порталов, приглашающих в Личные Пространства! Как только в Сети кто-то где-то что-то меняет, каждый старается сунуть в это место свой баннер. Так хозяева Пространств стараются привлечь посетителей.

Каролина пересекла холл, зарегистрировалась, выбрала книги и направилась в ту сторону, где раньше находился ее любимый уголок. Однако это местечко не сохранилось, и Каролина уселась за первый попавшийся столик... Надо сказать, что некоторые вообще не пользуются интерьерами. Заходят, например, в библиотечное меню, а потом просто вызывают нужный текст. Каролина хоть и понимала, что так меньше соблазнов зайти в чье-нибудь пространство, но все же предпочитала пользоваться, как выражалась мама, «бутафорией». Так интереснее. Вот только... Так можно зайти слишком далеко. До оправдания Личных Пространств. Там ведь тоже ничего особенного, только возможность «просто» полазить...

Лазать по Сети с помощью головных чипов стало возможным почти сразу после их появления. И быстро выяснилось, что это — совсем не то же самое, что просто ходить в Интернет за информацией и картинками. Оказалось, что в Сети можно жить! Почти жить. Ты закрываешь глаза — и оказываешься где-то. Там ты ходишь виртуальными ногами, берешь что-то виртуальными руками, причем достоверность всего этого зависит не от тебя, а от сервера, на который ты попал. Ты летаешь над землей, или летишь по дорогам на роскошных автомобилях, или наслаждаешься обществом ослепительных женщин — в общем, делаешь то, что в обычной жизни тебе недоступно по тем или иным причинам. Вот только при этом ты почти ничего не чувствуешь. То есть чувствуешь то же, что перед экраном



Художник В.Акатьева

компьютера или телевизора, пусть даже в самый захватывающий момент. Да, тебе интересно, но все-таки ты всего лишь «смотришь кино». И тем не менее это «кино» стало тогда едва ли не главным увлечением людей во всем мире. Но вот с некоторых пор появились Личные Пространства.

Когда-то давным-давно, когда компьютеры были еще слабенькими, люди делали себе «домашние страницы». Потому что многим хотелось рассказать о себе другим. Чтобы тебя поняли и приняли участие в твоей игре. Вот, ключевое слово — «игра». Игра и есть жизнь.

Действительно, думала Каролина, разве мои родители просто-напросто не играют в игру, посещая свои воскресные службы? Чем они отличаются от остальных людей, играющих в свои игры? Нет, чем-то отличаются, конечно. Например, в церкви они никогда не бывают раздражительными. Жертвуют деньги. Меня воспитали в строгости, и за это я им, в общем, благодарна. Но с другой стороны... Что, они не ругаются дома? Ругаются. Не хотели развестись несколько раз? Хотели. Не обсуждают с друзьями бесконечные покупки или других друзей? Обсуждают. То есть — фарисеи. Не верю я их Богу, даже если он есть. А значит, и им не верю.

Или вот те девчонки, что спят с парнями. Они тоже выглядят счастливыми. Особенно Берта. Она очень красивая. Действительно, очень красивая, что там говорить, гораздо красивее меня. И она это прекрасно знает, потому что мужики глазами ее так и мусолят, даже если она ничего особенно короткого не надела. И она выглядит совершенно счастливой! И кто я такая, чтобы утверждать, что она несчастлива в такие моменты? Действительно, чего ей, да и другим девицам, не слишком уж обремененным интеллектом, еще надо! Вот она и счастлива.

Теперь снова возьмем моих родителей. Они очень уважаемые люди. Богатые и благочестивые, дочка — лучшая в школе ученица — считай, одной ногой уже в самом престижном университете страны. Многие завидуют им. И они счастливы. Разве я могу утверждать, что нет? Просто каждый играет в свою игру и по-своему счастлив. Но я-то не хочу быть счастливой именно так, как родители или Берта. Я хочу быть счастливой по-своему. И почему тогда я не могу сделать свое Личное Пространство, не говоря уж о том, чтобы зайти в чье-то пространство и просто посмотреть? Ведь это только игрушка, там все ненастоящее! А у Берты — настоящее? А у моих родителей с их прихожанами?

Там, в Личных Пространствах, одни играют, но делают вид, что живут, а другие играют и даже и не пытаются изобразить из этой игры жизнь. Просто закрывают глаза и лезут в свое Личное Пространство. Демонстративно живут с закрытыми глазами. Почему же мы так осуждаем их? Почему при одной только мысли о Личных Пространствах меня коробит? Может быть, их создатели честнее, чем мы? Они как бы говорят: мы не ждем от вашего мира ничего, кроме лицемерия, поэтому хвала Сети — там мы можем хоть немного пожить каждый в своем собственном мире. И они правы, потому что всё вокруг — лицемерие: мои родители дома все равно ругаются, а Берта по ночам плачет в подушку. Не такая же она дура, чтобы не знать, что ее ценят главным образом за ноги...

Каролина вдруг поняла, что сегодня так и начала заниматься. У нее в запасе остался только час времени. Она раскрыла одну из книг. Однако мозг не желал сосредоточиваться на учебе. Мысли по-прежнему крутились вокруг проклятых пространств. Вот это и есть искушение. А может быть, не будет ничего страшного, подумала Каролина, если я схожу туда? Не все же они пошлые, в конце концов? А если и пошлые, это мне никак не повредит. Зайду и, если гадость, сразу же выйду. Решено!

Она вскочила со стула и быстрым решительным шагом направилась в холл, где, заманивая посетителей, переливались

всеми цветами радуги порталы Личных Пространств. Она замедлила шаги и, выбирая, не спеша прошла вдоль рядов. Вот — наконец. И шагнула в какой-то явно женский портал, который демонстрировал образы юных фей, романтических рыцарей, совершающих подвиги, и прекрасных принцесс, любовь которых надо еще завоевать. Сады, балы, замки, увитые плющом беседки и горбатые мостики над говорливыми ручьями...

Личные Пространства... Здесь можно создать любой мир (почему-то их стали называть Пространствами, а не мирами, хотя это именно миры). Любая программа предложит вам много всего на выбор. Любые физические законы, любую магию, любую природу. Можно вообще без природы. Ты можешь быть повелителем в своем Пространстве, диктатором, тираном. А можешь создать такой мир, где ты — самый жалкий раб и тебя унижают все. Или мир, в котором от любви к тебе сходят с ума все женщины (мужчины). Можно создать мир, в котором ты постоянно путешествуешь и открываешь новые земли (тут требуется мощный сервер). Можно сделать себя рыцарем, сражающимся против всевозможных чудовищ. А самое главное в Личных Пространствах — ты можешь быть самим собой. Тем, кто ты есть на самом деле. Утонченным героем, или ранимым нытиком, или грубым садистом без тормозов; эстетом, утопающим во всевозможной роскоши, или монахом, уединенно молящимся в келье. И так далее. Хотя совершенно не обязательно быть там самим собой — можно попробовать все, что угодно.

Так у человечества появилась потрясающая возможность отвлечься от реальной жизни. Воплощение эскапизма. Это вам не телевизор, не книги!.. Вот только есть одна проблема. Кроме реализации своих сокровенных желаний, человек нуждается и в общении с себе подобными. А где гарантия, что этим «подобным» понравится твое сокровенное? Некоторым повезло — у них есть постоянные посетители. То есть те, кто играет вместе с ними в их мире. А остальным приходится заманивать...

Встреча была назначена в большом сквере недалеко от дома Каролины. Тут в погожие дни обычно посиживали на лавочках лишь пенсионеры и влюбленные.

В одиннадцать утра Ян проломился сквозь аккуратно подстриженную живую изгородь и направился к «секретной» скамейке, которая не была видна ни с одной из дорожек.

Каролина была уже там. Ужас! Он опоздал!

Девушка не хмурилась, но и не улыбалась. Это означало одно: неприятность. Ян поспешил к ней. А на бегу подкачал нежность.

— Ну, здравствуй, моя милая, — ласково произнес он, заглядывая ей в глаза, и обнял за плечи.

Поначалу Каролина почти отшатнулась, но затем буквально повисла у Яна на шее и зарыдала.

Как себя вести с рыдающими женщинами, он понятия не имел. Поэтому бросил букет на скамейку и стал гладить Каролину по голове. Нет, ничего не получалось. Потом догадался подкачать сострадание. Обнял девушку крепче и прошептал ей в самое ухо несколько бестолковых фраз. Как ни странно, это подействовало. Видимо, людям, и особенно женщинам, важно не столько то, что мы говорим, а с каким чувством говорим, подумал он. Программа работает отлично!

Каролина перестала рыдать, взглянула на Яна удивленными, еще полными слез глазами.

— Я тебя люблю! — горячо зашептала она ему в ухо. Потом зарылась носом в букет.

— Что случилось? — спросил он осторожно, боясь снова вызвать ее слезы.

— Я согрешила.

Ян обомлел. Как это — согрешила? — не понял он. Мы же не женаты! Или это уже измена? С кем?

— Что случилось? — повторил он, но теперь с трудом.

— Милый, прости меня, сегодня утром я зашла в чужое Личное Пространство.

Тут Ян увидел, что ее глаза опять наполняются слезами. Он тут же привлек Каролину к себе, стал молча гладить по голове. «Тихо, тихо!» — шептал. Так они сидели несколько минут, и Ян по-прежнему ничего не мог понять. Она зашла в чье-то Пространство — ну и что? Может быть, она еще начнет извиняться за то, что пользовалась Сетью? Хотя, да, ее родители против Личных Пространств: там, мол, выставляется напоказ все самое низменное, что есть в человеке. Они против, а Каролина, видимо, не удержалась и... Но я тут при чем и почему из-за этого надо извиняться передо мной?

Ян дал ей успокоиться и потом осторожно спросил:

— А что там было?

Каролина, стыдясь, опустила глаза, но, наверно, она ожидала именно этого вопроса.

— Ты знаешь, портал выглядел совершенно невинно. Рыцари, принцессы... Ведь ты не станешь обвинять меня в том, что мне захотелось этой романтики? Захотелось немножко побыть принцессой.

— Да я тебя вообще ни в чем не обвиняю.

— Понимаешь, я всегда считала Личные Пространства чем-то предосудительным. Ведь там люди абсолютно без всяких тормозов реализуют свои фантазии. А если у человека нет тормозов, то он обязательно начнет грешить. Так говорят мои родители, и я полностью с ними согласна. Значит, залезть в такое пространство — наверняка залезть в чей-то грех. А сегодня, знаешь, я подумала, что эти самые тормоза — это просто лицемерие! Да-да, все понемногу или помногу лицемерят, и все от этого страдают! Получается, что если не лицемеришь, то грешешь, а если не грешешь, то лицемеришь. Так, может быть, честнее будет все-таки грешить, но не лицемерить?.. И какой выход из этого заколдованного круга, я не знаю. Грешить или притворяться? Меня с самого детства воспитывали так, что самое страшное — это согрешить. Бог накажет. Не знаю, правда, кого я больше боялась — Бога или родителей. Значит, эта предпосылка не так уж верна — не грешить? Грех, конечно, бывает разным. На многое я никогда не буду способна, как бы взамен ни пришлось лицемерить. А вот Пространства — как раз то, что нужно, чтобы попробовать погрешить: ведь совсем не обязательно там будет что-то грязное!

— А почему ты вдруг так заостряешь проблему? — спокойно возразил Ян. — Я тебя не понимаю. Почему нельзя вообще не грешить? Без лицемерия? Может, ты просто сегодня не с той ноги встала?

— Да нет, встала в отличном настроении. О тебе сразу вспомнила. Потом пришла в библиотеку, там все переделали сегодня ночью, увидела много порталов в холле. Они-то и заставили меня задуматься: уж там-то люди не притворяются, а делают то, что хотят... Ты спросил: почему обязательно лицемерие? Ну сам посуди: мне захотелось туда, но я сдерживалась — разве это не лицемерие? — Каролина вздохнула и продолжала: — Что заставляет меня сдерживаться? Только законы, принятые правила поведения. Я понимаю, что некоторые вещи делать нельзя, но я хочу! Как будто во мне живет еще одна я! Кто может извинить меня от этого душевного раздрая и освободит от чувства вины, если я сделаю то, что хочу, но что считается грехом?

— Что-то ты сегодня разошлась, — мрачно сказал Ян. — Так что же там все-таки оказалось?

— Я была служанкой у прекрасной принцессы. — Каролина заговорила резко, как бы стыдясь каждой своей фразы. — Принцессе было шестнадцать. Там был еще король, ее отец, обо-



ФАНТАСТИКА

жающий дочь без памяти и совершенно безвольный. Как в сказках. Она была полной хозяйкой во всех владениях и дамой сердца одиннадцати рыцарей. Эти рыцари совершали подвиги во имя ее. Кого-нибудь убивали, обычно каким-нибудь экзотическим способом. Она всегда при этом присутствовала. Еще они дрались между собой. Потом она оказывала кому-то из них свою благосклонность. Впрочем, пару раз она оказывала благосклонность всем сразу. Не понимаю только, какой в этом смысл, ведь в виртуальности ничего не чувствуешь.

— Думаю, объяснение простое, — сказал Ян. — Большинство этих рыцарей, а может, и все они — это на самом деле не программные фантомы, а реальные люди, зашедшие через какие-то порталы. И твоя принцесса — в центре их внимания. Скорее всего, какая-нибудь одинокая... Порталы, через которые они зашли, были, думаю, не такие, как твой. И при входе они, как и ты, соглашались на пребывание в Пространстве на определенное время. Ты ведь соглашалась часа на два, да? Так в чем же все-таки проблема? Ну помучалась часок-другой...

— Нет, ты, наверно, не понял. Там я хотела быть ей. Ей, принцессой! Хотела, чтобы из-за меня дрались, чтобы мне служили, чтобы в честь меня были балы. Вот... И в конце часа принцесса сказала мне, что я хорошо справилась и... и шепнула мне пароль. Если только я произнесу его при следующем заходе в то самое Пространство, то стану там уже ее фрейлиной — фактически второй особой в государстве, важнее короля!

Ян покачал головой:

— Гадость, согласен. Ну, не ходи туда больше. Но скажи мне: а в чем же ты согрешила? Ты ведь в первый раз решилась на такое и ничего еще не знала!

— Ну что же ты такой толстокожий! Как ты не понимаешь: я изменила тебе с выдуманным миром! Моя жизнь должна быть с тобой, а я сегодня пусть на час, но захотела другой жизни.

— Но ты же сама говорила, что тормоза — это лицемерие.

— Значит, ты согласен быть женатым на женщине, которая будет жить двойной жизнью? — повысила голос Каролина. — А если это будет происходить наяву, то тебе тоже будет все равно?

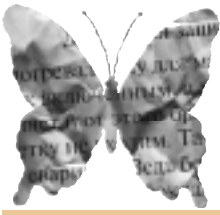
Ян задумался. Потом сказал:

— Но там же нет чувств. Ну не стану я ревновать тебя к крутому киногерою, например. Ты можешь соперничать ему или завидовать, но он так и останется вне твоей жизни. Нельзя смешивать искусственно вызванные переживания и чувства реальной жизни.

И тут Ян внутренне ужаснулся. Что он сказал? Нельзя смешивать искусственные чувства и настоящие. А что сделал с собой он?

— Знаешь, дорогая, — произнес, вздохнув, — я тоже хочу тебе кое-что рассказать. Я поставил себе подкачку эмоций. Да, вот так. — И торопливо добавил, заметив ее недоумение: — Погоди, я сейчас все объясню. Честно говоря, я не хотел тебе говорить всего сразу, потому что не знал, как ты к этому отнесешься. Однако я был уверен, что поступаю правильно. А вот сейчас подумал... Ладно, слушай.

Пока Ян рассказывал, Каролина внимательно смотрела на него. И когда он закончил, она заплакала. Еще через минуту он услышал сквозь ее слезы:



ФАНТАСТИКА

— Теперь ты никогда не будешь любить меня по-настоящему. Зачем ты это сделал? Ты не веришь, что будешь любить меня всю жизнь?

Он не знал, что ответить. Ведь перед свадьбой положено говорить, что будешь любить ту, которую выбрал, всю жизнь, и только ее. Но Ян поставил себе подкачку именно из-за того, что не был в этом уверен. Проклятая рассудительность! Сколько людей кидаются с головой в омут любви, ни о чем не думая, а потом все проходит, и — развод! Чувства, только чувства! Из-за того, чтобы жить с этой женщиной всегда, Ян и решил взять власть над своими чувствами. Моя любовь даже больше, думал он: я готов ради нее отказаться от своих чувств и заменить их тем, что сохранит любовь и семью. Но как это ей, Каролине, сейчас объяснить? А тут еще эти ее Пространства... Получается, что он не будет жить с ней — он только будет смотреть фильм про жизнь с ней.

— Я тебя очень, очень люблю! — Вот и все, что он смог сказать.

— А откуда теперь я могу знать, что ты говоришь искренне? — тихо проговорила Каролина после паузы. — Может, ты сейчас переключил в себе что-нибудь?

Его буквально передернуло от этих ее слов, потому что он как раз собирался подкачать «нежность».

Они помолчали несколько минут, потом Каролина поднялась со скамьи.

— Почему мы не хотим быть самими собой, скажи? — Ян ничего не ответил, а она продолжила: — Зачем я полезла в выдуманный мир, зачем ты поставил себе протез семейной жизни, зачем люди обманывают друг друга и всегда стремятся притвориться лучшими, чем они есть на самом деле? Ян, прости меня, но я пойду. Я тоже перед тобой виновата, но я не могу выйти замуж за электронного мужа. По крайней мере, пока.

И ушла.

У каждого края стола уже стояло по одной пустой кружке. Впереди был почти целый вечер. Глаза старого Петера поблескивали от легкого хмеля, а это означало, что сейчас он не против поговорить. В этом и состоял смысл их встреч: не так важно пиво, как важен дружеский разговор, даже если он ни о чем. Петер перегнулся через стол и, приблизившись к Давиду, сделал движение, будто хочет схватить старого друга за шиворот.

— Все, что ты мне тут пытался объяснить, — чушь собачья, детский лепет! А теперь я сам все объясню!

Он приложился к кружке. Давид поступил так же.

— Это была только одна из теорий, — начал Петер и победоносно посмотрел на собеседника. А Давид уже смирился с тем, что упустил инициативу в сегодняшнем разговоре. Собственно, так происходило почти всегда после первой кружки. — А другая теория состоит в том, что не каждый участок мозга отвечает за свое, и только свое, чувство, а каждый — за каждое. Я это только сейчас вспомнил! Теперь понял?

Они опять сделали по глотку. Честно говоря, старому Давиду было уже все равно. Встреча получилась хорошей, ему

по-настоящему удалось удивить и раззадорить своего друга. Вот и чудесно... И тут в пивную вошел Ян. Первым его заметил Петер и произнес медленно:

— Пришел твой внук.

Давид не удивился — будто так и было задумано. Только сказал:

— Вот сейчас он нам все и расскажет!

Но рассказывать Ян начал только после того, как опустошил одну кружку и принялся за вторую. Выслушав его, Давид, могло показаться, захмелел еще больше, а Петер, наоборот, протрезвел.

— И что ты теперь собираешься делать? — грозно спросил он, обращаясь к Яну.

— Не знаю.

— Балбес! — рявкнул старый Петер и затем добавил, обращаясь к Давиду: — Тебе не кажется, что нынешняя молодежь ничего не смыслит в жизни?.. Балбес! — снова произнес он, но уже с нежностью. — Заладил тут: подкачка, пространства!.. А ничего не изменилось! Понимаешь, нет? Ничего! В наше время такого, конечно, не было: ни Пространств, ни тем более подкачки этой... Мы ведь еще застали времена, когда и чипов-то не было, правда, Давид? Ну вот. Во все времена человек думал: а правду ли я говорю сейчас или притворяюсь? И про себя прикидывал: врет или нет тот человек, с которым я сейчас говорю? Душа человека — темный лес. И так всегда — в реальном мире ты живешь или в выдуманном тобой же. Люди всегда думали об этом и всегда будут думать. Вот, например: относится ли ко мне Давид именно так, как я думаю? Откуда мне знать? Да и не хочу! Мне и так хорошо. С тобой, Давид, мне хорошо!.. Вот я и говорю: мы сами создаем свой мир вокруг себя и в нем живем! И ничего нового нет, Ян, ни в твоих пространствах, ни в твоей подкачке! Вообще ничего нового нет под этим солнцем! Правда, Давид?.. Так вот. Подкачка — это инструмент, чтоб эффективно лицемерить, а лицемерить-то не сегодня начали! Пространства твои — инструмент, чтобы получше прятаться от действительности, но прятались-то от нее всегда!.. Да, вот так, мой милый: самим собой быть, конечно, сложно! Работа для этого требуется. А если любишь, то стараешься не притворяться. И уверен, что и она с тобой не притворяется! Так что вопрос у тебя простой. Ничего не произошло необратимого, правда, Давид? В общем, всё как обычно: любишь — не любишь. Она: любит — не любит. Вот и все. И потому — иди к ней, и все! И все!

Последнюю фразу Петер так рявкнул, что Давид встrepенулся, а Ян, не допив и половины второй кружки, улыбнулся, встал, пожал старикам руки и молча направился к выходу.

Старики же переглянулись, и Давид под одобрительным взглядом Петера разлил остатки пива из кружки Яна в свои кружки.





Каменные бабы

Прикаспийская степь в течение тысячелетий давала прибежище племенам кочевых скотоводов. Шли века, один народ сменял другой, но каждое племя оставляло после себя надмогильные курганы. Даже сейчас они встречаются в степи, а еще сто лет назад на этих курганах стояли древние каменные изваяния, о назначении которых ученые спорят до сих пор.

На памяти человечества Прикаспийская степь всегда была заселена. От античных авторов до нас дошли упоминания о скифах и сарматах; начиная с IV века нашей эры племена сменялись каждое столетие — гунны, венгры, болгары, хазары, печенеги, половцы. И все они оставляли свой след — могилы и надмогильные курганы. Раньше эти курганы венчали каменные или деревянные статуи. О назначении этих статуй ученые спорят полторы сотни лет. Свою гипотезу предлагает кандидат исторических наук Г.И.Анохин, член Русского исторического общества.

В народе, а потом и в литературе надкурганную статую получили название каменных баб — от тюркского слова «баба» (предок). Большинство идолов действительно объемные и тучные, с гипертрофированной грудью, даже если эта «баба» явно изображает воина-мужчину с лихими усами, бородкой и с оружием. Еще в XIII веке идолам приносили жертвы. В XVII–XVIII веках новые обитатели степей — украинские и русские крестьяне, — нуждаясь в строительном материале, стаскивали каменных баб с курганов и приспособивали их для опор заборов, ворот, потолочных перекрытий подвалов или разбивали на куски для кладки фундаментов домов и стен. Помещики же свозили идолов в свои парки — для экзотики. Курганов с изваяниями становилось все меньше. С середины XIX века ученые стали собирать уцелевшие статуи; так возникли многочисленные коллекции каменных баб. Однако они по-прежнему оставались загадкой, ибо неясно было, какое из исчезнувших племен и с какой целью их создавало и кого они изображают.

В конце прошлого века археологи, раскапывающие курганы, пришли к выводу, что бабы не имели отношения к тем захоронениям и вещам, которые лежали рядом. Тем не менее обилие скелетов овец, коз, собак, коней и быков (и даже двоих убитых для жертвоприношения детей) в жертвенных ямах у ног идолов свидетель-

ствовало об их долгой службе на этих, уже стоявших здесь ранее, курганах.

Некоторые археологи считают, что идолы олицетворяют убитых врагов. Однако в этом случае трудно объяснить такое множество женских статуй, а одна из них даже представляет кормящую мать с грудной девочкой на животе. По мнению Г.И.Анохина, это — изваяния выдающихся предков: статуи изображают богато одетых людей, переопоясанных ремнями, с оружием и в боевом шлеме, иногда так одеты и женщины. Это могли быть главы родов, племена, их жены, а также другие влиятельные люди, в честь которых либо ставили каменных баб на уже существовавшие курганы, либо воздвигали их специально на новые курганы. Возможно, эти идолы служили не только для поклонения, но и обозначали границы, до которых распространялась власть предка.

Сейчас известно несколько тысяч степных идолов. Самые древние изготовлены из гранита или песчаника и представляют собой плоские разрисованные камни (стелы). Некоторые скифские стелы ученые датируют IV–VI вв. до нашей эры, а иные высечены еще в третьем тысячелетии до нашей эры людьми бронзового века. Они изображают вооруженных воинов. Много позже на смену стелам пришли объемные изображения, каменные или деревянные (ракушечник, дуб, известняк). Большинство известных статуй ученые относят к половецкой культуре, причем у женских изображений не прорисовано лицо. Исследователи объясняют это тем, что половецки ходили под чадрой.

Индивидуальный год человека

Ежегодно природа засыпает и просыпается, птицы летят то на юг, то на север, и еще многое происходит каждый год в отведенные сроки. Свой годовой цикл есть и у человека, только отсчет его начинается не с 1 января, а с даты зачатия.

Еще лет пятьдесят назад ученые обратили внимание, что многие физиологические показатели человека, например пульс, температура, содержание гормонов, половая активность, пищевые реакции, имеют годовой цикл. Группа сотруд-

ников Государственной академии физической культуры им. П.Ф. Лесгафта под руководством В.И.Шапошниковой занимается этой проблемой с 1973 года. В результате многолетних наблюдений исследователи установили, что первый годовой цикл начинается от момента зачатия и заканчивается через три месяца после рождения ребенка, причем в каждом индивидуальном году есть периоды, особо опасные для здоровья. В.И.Шапошникова назвала эти периоды «зонами риска».

Первый год существования сначала эмбриона, плода, а потом и младенца наполнен событиями. В нем чередуются периоды роста и повышенной двигательной активности, постоянно что-то меняется и формируется, причем заранее известно, что и в какой день должно произойти. По мнению исследователей, генетическая программа первого года жизни повторяется в каждом последующем годовом цикле человека.

Каждый месяц индивидуального года имеет свою окраску. Наименее жизнестойкими оказались второй месяц после даты рождения, а особенно 12-й месяц индивидуального года. В это время наиболее вероятны инфекционные заболевания, особенно при эпидемиях, аллергические реакции, повышается риск летальных исходов, ухудшаются адаптационные возможности организма при физических нагрузках. Так, на 12-й месяц приходится пик смертности от инфаркта миокарда; большинство случаев внезапной смерти людей, больных гипертонией, отмечено на 12-й и 2-й месяцы от даты рождения. Осложнения от прививок у детей чаще всего возникают на 4-й, 7–8-й и 12-й месяцы индивидуального года.

Но есть в жизни и светлые периоды. Это, главным образом, первый месяц от даты рождения, когда жизнестойкость человека выше всего, а вероятность смерти при инфекционных заболеваниях минимальна, а также 9-й и 10-й месяцы.

Ученые пришли к выводу: состояние ребенка и взрослого в течение индивидуального года можно предсказать. «Зоны риска» необходимо принимать во внимание при планировании операций и прививок; при направлении больных людей в санатории и дома отдыха, при работе в экстремальных условиях, на ответственных объектах. Например, исследователи предложили военным летчикам в неблагоприятные для них периоды перед учебными вылетами поработать на тренажерах, и число аварий стало меньше. Да каждому из нас лучше избегать повышенной физической активности во 2-й, 8-й и 12-й месяцы. Теперь каждый человек сможет решить, как лучше провести отпуск — поехать в санаторий или заняться накопленным капитальным ремонтом квартиры.





...в России много пьющие мужчины живут на 5 лет меньше, а совсем не пьющие — на 3,5 года меньше, чем мужчины, употребляющие алкоголь в умеренных дозах («Вестник РАМН», 2001, № 8, с.15)...

...Homo sapiens — наименее устойчивый к действию алкоголя биологический вид («Авиакосмическая и экологическая медицина», 2001, № 3, с.7)...

...премия им. И.Я.Померанчука за 2001 год присуждена академику Л.Н.Липатову (Институт ядерной физики в Гатчине) и профессору Туринского университета Т.Редже за достижения в физике высоких энергий («CERN Courier», 2001, № 7, с.34)...

...в некоторых диссертациях используют без достаточных оснований торговые названия медицинских препаратов, что можно рассматривать как их косвенную рекламу («Бюллетень ВАК», 2001, № 4, с.48)...

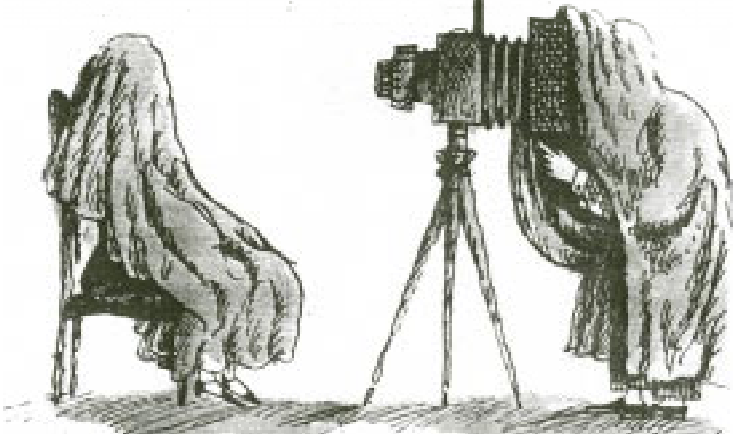
...в Москве мобильный телефон уже стал привычным средством связи, а примерно в половине сельских населенных пунктов России нет обыкновенного телефона («Известия Русского географического общества», 2001, № 4, с.20)...

...из-за низкого качества питьевой воды и антисанитарии ежегодно в мире погибает около пяти миллионов человек («Исследование Земли из космоса», 2001, № 4, с.5)...

...среди всех континентов наиболее подвижна Австралия — она перемещается со скоростью 8,44 см в год («Nature», 2001, т.412, с.622)...

...в Университете Гонконга обнаружили, что углеродные нанотрубки становятся сверхпроводящими при температуре ниже 20 К («Science», 2001, т.292, с.2462)...

...полости в цеолитах часто имеют формы различных фуллеренов, и их можно назвать «отрицательными фуллеренами» («Записки Всероссийского минералогического общества», 2001, № 4, с.29)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Сканер против терроризма

В Великобритании разработали сканирующее устройство, которое могло бы значительно повысить безопасность авиационных перевозок.

Американские следователи предполагают, что угонщики трех самолетов, врезавшихся во Всемирный торговый центр и Пентагон, и еще одного, упавшего в Пенсильвании 11 сентября этого года, были вооружены взрывчаткой и керамическими ножами, которые не определяются обычным металлоискателем. Представители британской компании QinetiQ, образованной в результате приватизации исследовательского отдела при министерстве обороны (UK Government's Defence Evaluation and Research Agency), утверждают, что разработанная ими волновая камера миллиметрового диапазона может обнаружить подобное оружие (по сообщению «BBC News» от 03.09.2201).

Технология, которая лежит в основе этого устройства, берет начало в исследованиях по «тепловидению». Их целью было помочь солдатам и пилотам видеть сквозь туман или облака и проводить военные операции при плохой погоде. Сканер наблюдает за тем, как излучение миллиметрового диапазона отражается от различных объектов. Металлические предметы полностью отражают излучение, поэтому, даже если их спрятать в багаже или под курткой, на экране сканера они выглядят как отдельные светящиеся участки. Человеческое тело отражает около 30% излучения с такими длинами волн, что позволяет сканеру определять форму тела под одеждой, открывая спрятанные вещи. Авторы полагают, что такие предметы, как керамические ножи, которые не содержат металлических частей, но при этом острее лезвия обычной бритвы, будут видны при сканировании.

Устройство позволяет «обследовать» движущееся изображение, пока пассажиры проходят через S-образный проход длиной в несколько метров. Вследствие этого время, проведенное в очереди, не увеличится.

Джереми Эттри, коммерческий директор отдела сенсоров и электроники компании QinetiQ, считает, что прибор может найти десятки применений — от навигации авиалайнеров до поиска запрещенных предметов у футбольных фанатов при входе на стадион.

Существующие сейчас металлоискатели способны проверять не более 16–17 человек в минуту, новое устройство имеет втрое большую пропускную способность.

Эту сканирующую систему протестировали в терминале Евротуннеля в Кале, где ее использовали для обнаружения нелегальных иммигрантов, которые пытаются спрятаться в кузове грузовиков.

Е.Лозовская



...одна из важнейших нерешенных проблем современного естествознания — происхождение нефтяных углеводородов («Нефтехимия», 2001, № 4, с.258)...

...к 2012 году в России планируют уничтожить 44 000 т химического оружия («New Scientist», 2001, № 2296, с.5)...

...из недр Земли к ее поверхности идет поток тепла, ежегодно доставляющий на каждый ее квадратный метр $6,3 \cdot 10^{-2}$ Вт энергии («Вестник МГУ, серия География», 2001, № 4, с.37)...

...район Кольского полуострова и Новой Земли сейсмически активен и потому непригоден для длительного хранения радиоактивных отходов («Геозкология», 2001, № 5, с.443)...

...в 2000 году на территории России зафиксировали 282 чрезвычайные ситуации природного характера, при которых погибли 48 человек (в 1999 году соответственно 263 и 43) («Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях», 2001, № 4, с.22)...

...последней научной революцией XX века было, по-видимому, возникновение синергетики («Известия Академии наук. Серия Географическая», 2001, № 4, с.23)...

...шизофрения связана с повышенной активностью левого полушария мозга («Доклады Академии наук», 2001, т.379, с.705)...

...примерно 60% всех применяемых в мире лекарств оказываются бесполезными («Вестник РАН», 2001, № 9, с.774)...

...в больших православных храмах речь священника можно разбирать, лишь находясь в радиусе 10—12 м от него («Акустический журнал», 2001, № 5, с.713)...

...сейчас руководитель научной группы, получивший достаточное количество грантов, чувствует себя более независимым, чем в советское время («Российский химический журнал», 2001, № 2, с.80)...



Идеальный фоторобот

Британские исследователи разработали компьютерные программы, которые помогут полиции составлять более достоверные фотороботы преступников. Они позволят решить ключевые проблемы, возникающие при попытке воспроизвести портрет подозреваемого: улучшить изображение, если свидетель не может конкретизировать, что в нем неправильно, свести воедино показания многих свидетелей. Полиции сейчас проще иметь несколько разных фотороботов, составленных по описаниям очевидцев, чем создавать общий портрет на их основе. Одна из программ, предложенная группой под руководством Питера Хэнкока, облегчает эту задачу, «смешивая» изображения, определяя положение сходных точек и усредняя его. Каждое описание лица представляет разные точки зрения. Авторы работы считают, что если их усреднить, получится нечто близкое к искомому оригиналу.

Для испытания работоспособности программы добровольцам было предложено создать свидетельские описания известных людей — Джорджа Клуни и Андре Агасси. Исследователи обработали «показания» и предъявили полученное изображение другим участникам эксперимента. Они должны были угадать, чей это портрет. Чтобы облегчить идентификацию, прилагался список из шести возможных кандидатов. Более 90% опрошенных дали правильный ответ. Но если испытуемым предлагали решить ту же задачу с изображениями, выполненными по описаниям только одного свидетеля, результат узнавания составил от 50 до 80%.

Вторая программа пока находится в стадии разработки. Она позволяет создать около 20 изображений, используя данные лишь одного свидетеля. Затем ему предлагают выбрать из них 6, наиболее соответствующих действительности. Новые изображения — результат усреднения отобранных, но в каждое вносятся случайные расхождения. Свидетель снова выбирает из получившихся лучшие, и процесс повторяется снова и снова, пока не будет получен «идеальный», с его точки зрения, портрет. Пока эта программа работает несколько хуже, чем «усредненная». Группа Хэнкока пытается усовершенствовать ее с помощью трехмерного изображения.

А первая программа уже успешно прошла «полевые» испытания — был найден преступник, совершивший серию изнасилований в Нортгемптоншире (по сообщению агентства «Nature News Service» от 27.08.2001).

Е. Сутоцкая



Н.Л.ЛОСЕВУ, Санкт-Петербург: *Поверхность пола из керамической плитки можно очистить от следов цементно-песчаного раствора ветошью, смоченной в 3%-ном растворе соляной кислоты, затем промыть водой.*

В.А.ВОРОНЦОВОЙ, Тверь: *У каждого медицинского препарата есть одно международное название, но фирменные названия у аналогичных препаратов, выпускаемых разными производителями, могут отличаться, так что информацию о пипольфене в справочнике Машковского вы найдете в главе «Дипразин».*

Н.В.НОСОВУ, Краснодар: *Каперсы — это бутоны некоторых видов растения рода *Sarrafis*; вкусовые свойства маринованных каперсов, вероятно, зависят от маринада; на территории бывшего СССР (в основном на юге) произрастают два съедобных вида — каперсы травянистые и каперсы ключие.*

Д.А.ФИРСОВУ, Калуга: *Вы совершенно правы, а у нас в пятом номере допущена ошибка: внесистемные единицы измерения метрическими называться не могут.*

Л.М.ТИХОМИРОВУ, Можайск: *Никелин — это может быть и минерал красный никелевый колчедан, и сплав меди, никеля и марганца; надеемся, вы сами поймете по контексту о чем идет речь.*

А.П.ДУБОВИК, Пермь: *Книга Марии Кюри «Радиоактивность» была впервые издана на русском языке в 1947 году (ОГИЗ—Гостехиздат), а вот имена переводчиков в выходных данных не указаны, можно только догадываться почему...*

В.Б.НАЗАРОВОЙ, Москва: *Жаргонное слово «нефеля», означающее самую мутную фракцию алкогольного напитка, действительно похоже на греческое *perhele* — облако; но все-таки более вероятно, что заимствовано оно не прямо из греческого, а через «нефелометрию» или «нефелин»; а вообще-то людям с высшим техническим образованием (как, впрочем, и всем остальным) лучше бы неочищенных напитков не употреблять.*

А.К., Москва: *В разных книгах, действительно, приводятся различные дозы одного и того же яда, летальные для человека (они могут отличаться в несколько раз); скорее всего, причина в том, что никто не проводил достаточно чистых экспериментов с большими группами испытуемых...*



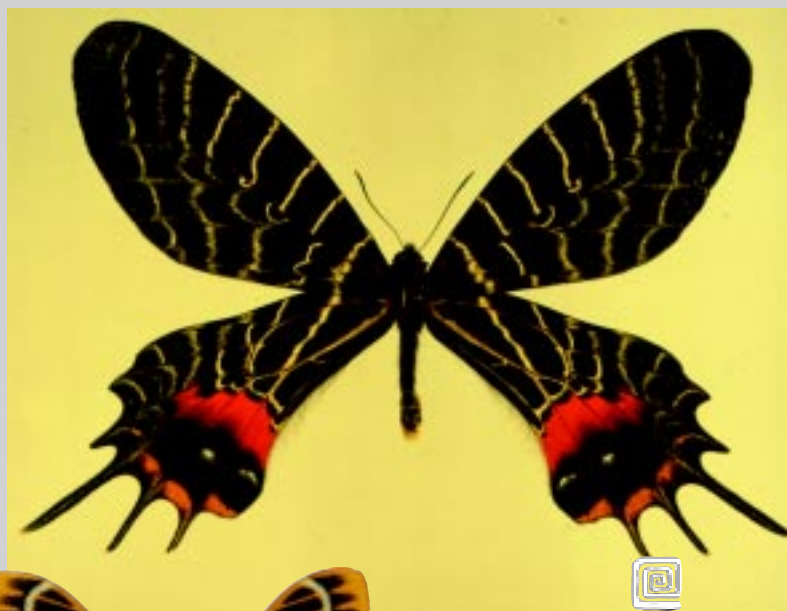
Книга о самых красивых

Издательское объединение «Аванта+», не так давно выпустившее знаменитую серию «Энциклопедия для детей», сделало читателям сюрприз к Новому году, начав серию подарочных книг «Самые красивые и знаменитые». Наверное, не случайно серию открывают «Бабочки мира» и «Камни мира». Пожалуй, самые прекрасные проявления творческой фантазии природы — крылья солнечных хрупких созданий и кристаллы, растущие в недрах Земли. Авторы книги «Бабочки мира» постоянные читатели «Химии и жизни» конечно же помнят. Это известные энтомологи и коллекционеры бабочек, исследователи фауны чешуекрылых высокогорий Памира и тропических лесов Южной Америки, профессор Л.В.Каабак и художник-фотограф А.В.Сочивко. Мы попросили их рассказать о работе над книгой.



Почему вы написали эту книгу?

Причин несколько. Во-первых, выступая перед различными аудиториями с рассказами о наших экспедициях, мы не только встречали восторженный интерес, но и слышали сетования на то, как мало популярной литературы о бабочках, и как трудно бывает ее найти, и просьбы восполнить этот пробел. Во-вторых, все, кто заходит к нам в гости, с трудом могут оторваться от любования коллекциями. И мы подумали: а почему бы не создать такую книгу, чтобы, раскрыв ее, тысячи читателей могли бы испытать восторг перед красотой природы? В-третьих, созерцание красоты в любых ее проявлениях развивает не только эстетическое чувство, но и интеллект, учит во всем находить и воспринимать гармонию. И то и дру-



гое необходимо для полноценной жизни любому человеку, но в первую очередь — ученому-естествоиспытателю. И наконец, нам очень хотелось, чтобы как можно больше людей почувствовали дуновение ветра странствий, то счастье единения с природой, которое

познали мы сами, охотясь за бабочками.

На нашей планете живут 170 000 видов бабочек. Неужели можно рассказать о них в одной книге?



Конечно, нет. Мы и не ставили себе такую задачу. В книге собраны фотографии коллекционных экземпляров и описания примерно ста видов бабочек со всего мира, наиболее замечательных своей красотой. (Большинство их — обитатели тропиков, но есть и жители высокогорной Азии, и наши «соотечественники».) Отбор по эстетическому принципу неизбежно субъективен: кто-нибудь, возможно, назовет и других кандидатов в крылатые «топ-модели». Но едва ли кто усомнится в том, что выбранные нами бабочки прекрасны. Кстати, нам не известны другие книги о бабочках, построенные по такому принципу, — ни у нас, ни за рубежом.

А есть ли в книге рассказы о «личной жизни» красавиц?

Самые красивые бабочки составляют основной раздел книги. Зато первый раз-

дел — «Мир бабочек» — как раз посвящен особенностям питания, размножения, поведения бабочек, их умению спастись от врагов и прочим замечательным чертам их таинственной жизни. Есть там главы и о том, что значит бабочки для человека — не только как вредители полей и лесов или источник шелка, но и об их месте в культуре. Немало замечательных произведений искусства посвящено бабочкам. Наконец, отдельная глава рассказывает об охоте на бабочек: о правилах сбора насекомых, составлении коллекции, а также разведении бабочек в неволе. Кстати, этот раздел проиллюстрирован фотографиями живых бабочек в местах их естественного обитания. Многие снимки поистине уникальны.

Надеемся, что у нас получилась именно такая книга, которая будет интересна многим любителям бабочек: под одной обложкой серьезный справочник, популярная мини-энциклопедия и наглядный альбом. Хочется верить, что она подарит читателям немало приятных часов.



ТЕХНОЛОГИИ ТРЕТЬЕГО ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ

Первая
выставка-симпозиум идей и инвестиций

МИЛЛЕНИУМ

11-14 апреля 2002 года

Одесса, Морской вокзал

www.sudohodstvo.com

Учредители:



Министерство экономики
Одесский горисполком
Одесская облгосадминистрация

Патронат:

Российский морской
реестр судоходства



Организатор:

Выставочный центр
"Морские технологии"



При поддержке:



Выставочная
федерация
Украины



Украинский союз
промышленников и
предпринимателей



Ассоциация
судостроителей
Украины



Одесский
морской торговый
порт



Одесский
государственный
морской университет



Одесский
национальный
университет

Юридическая
поддержка:

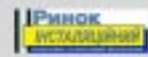
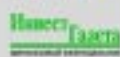
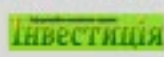
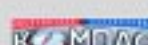
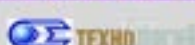
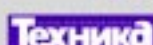


фирма

Генеральный информационный
спонсор:



Информационные спонсоры:



Оргкомитет выставки: переулок Сабанский, 1, офис 2, г. Одесса, 65014, Украина
тел.: +38 (0482) 22-63-19, 21-05-92; факс: +38 (0482) 25-09-66; E-mail: exhibit2@sudohodstvo.com