



XXI век



10
2002
ХИЗИЖ И РИМИХ







10
2002

Химия и жизнь—XXI век
Ежемесячный
научно-популярный
журнал

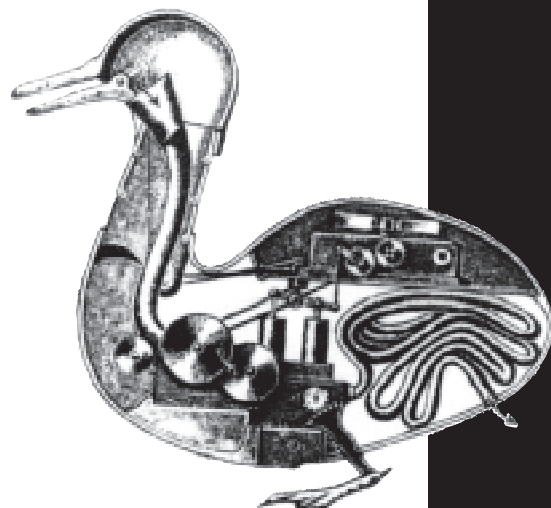
*Отложи на завтра то,
о чем не можешь
думать сегодня.*

Харуки Мураками



*НА ОБЛОЖКЕ — рисунок А.Кукушкина к статье
А.Черникова «Анатомия крови и чести»*

*НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — картина
Конрада Клапчека «Послание матери».
Что может быть прекраснее человеческого
общения! А вот как быть тому, кто от рождения
лишен и слуха, и зрения? Об этом читайте
в статье «Вижу — не вижу»*





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

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

НОМЕР ПОДГОТОВИЛИ:

Главный редактор
 Л.Н.Стрельникова
Главный художник
 А.В.Астрин
Ответственный секретарь
 Н.Д.Соколов
Зав. редакцией
 Е.А.Горина

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

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

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

Подписано в печать 07.10.2002
 Допечатный процесс ООО «Марк Принт
 энд Паблшер», тел.: (095) 136-37-47
 Отпечатано в типографии «Финтрекс»

Адрес редакции:
 105005 Москва, Лефортовский пер., 8

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

Ищите нас в Интернете по адресам:
<http://www.chem.msu.ru:8081/rus/journals/chemlife/welcome.html>;
<http://www.hij.ru>;
<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)

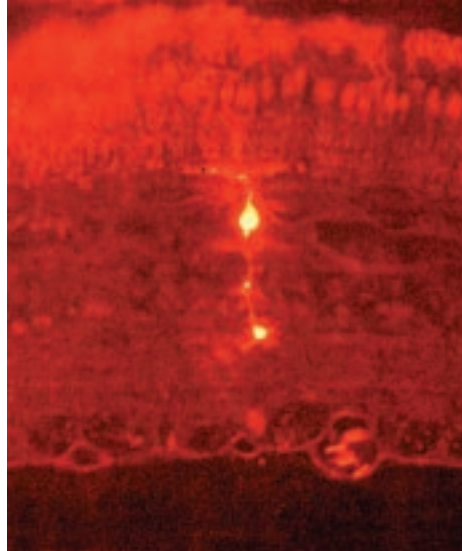
© Издательство
 научно-популярной литературы
 «Химия и жизнь»

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



Спонсор
 журнала
 фирма

ChemBridge Corporation



Химия и жизнь — XXI век

На столе лежит капля
 маслянистой жидкости.
 Вы подносите к ней магнит,
 и капля превращается
 в твердый столбик,
 протянувшийся от стола
 к магниту. На такие
 превращения способны
 только магнитные жидкости.

8 Способен ли человек
 видеть без помощи
 глаз? Казалось бы,
 ответ может
 быть только
 отрицательным.
 Но эксперимент
 с двойным слепым
 контролем
 не опроверг факт
 существования
 феномена.

26



ИНФОРМНАУКА

ЖИЗНЬ НА ЗЕМЛЮ ПРИНЕСЛИ КОМЕТЫ?	4
ЕВРАЗИЯ ВРАЩАЕТСЯ ВОКРУГ ТИБЕТА	4
ГЛОБАЛЬНОЕ ПОТЕПЛЕНИЕ ДЕЛАЕТ ВОДУ ЖИВОЙ	5
ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ ПРОТИВ ПОЖАРА	5
МОХ ВМЕСТО БИНТА И ТАМПОНА	6
МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ ВЛИЯЕТ НА ХРОМОСОМЫ	6
СИЛА СТРАСТИ	7

РАССЛЕДОВАНИЕ

В.В.Александрин	
ВИЖУ — НЕ ВИЖУ... ..	8
ОСЯЗАЕМЫЙ DOS	12

Е.Клещенко	
ОСЯЗАЕМЫЙ DOS	12

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Л.А.Ашкинази	
ЧУВСТВО, КОТОРОЕ ВСЕГДА С ТОБОЙ	15

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

О.Максименко, С.Мотылев	
ЭЛЕКТРОНЫ ОБРАТНОЙ СТОРОНЫ	22
С.Алексеев	
ПОЛЕТ НА АНТИПРОТОНАХ	25

ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

И.И.Сенатская, Ф.С.Байбуртский	
ЖИДКОСТЬ, КОТОРАЯ ТВЕРДЕЕТ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ	26

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

С.Комаров	
КОЛЛОИДНАЯ СТЕРЕОЛИТОГРАФИЯ	30

32



Чтобы достичь успеха в науке, требуется везение. Нобелевский лауреат Джеймс Уотсон сформулировал пять правил, соблюдение которых приведет ученого к успеху.



46 Не работающая мышца атрофируется, работающая – нет. Так что тренируйтесь, и ваши мышцы будут красивы. Таков эмпирический опыт, который все принимают на веру. Все, но не ученые. Их интересуют куда более тонкие вещи — какие изменения и по каким механизмам происходят в мышцах во время тренировок.

В номере 12

БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

Об осязании, которое всегда с нами, и о методах обучения и тренировки слепоглухих.

22

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

О сферическом зеркале для электронов, созданном петербургскими учеными из РНЦ «Прикладная химия».

36

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

Рассказ о том, почему ученые невзлюбили карликовых самцов.

40

ПОРТРЕТЫ

В 1628 году в Англии вышел труд, которому было суждено совершить переворот во взглядах на кровеносную систему человека. Он назывался «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных».

54

АРХИВ

«В один прекрасный день я работал у себя в комнате в Принстоне, когда вошел Боб Уилсон и сказал, что он подписал контракт на секретную работу и не должен трепаться об этом, но мне расскажет, поскольку уверен, что когда я узнаю о его работе, то захочу присоединиться к нему».

Ричард Фейнман

РАЗМЫШЛЕНИЯ

Д. Уотсон

КАК ПРЕУСПЕТЬ В НАУКЕ 32

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

А.А. Махров

ОДА КАРЛИКОВЫМ САМЦАМ 36

АНАТОМИЯ 40

А.М. Черников

АНАТОМИЯ КРОВИ И ЧЕСТИ 40

ФОТОИНФОРМАЦИЯ

О. Тимофеева

ИГЛА-САМОКРУТКА 45

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

Б.С. Шенкман

УМНАЯ МЫШЦА МАРАФОНЦА 46

АРХИВ

Р. Фейнман

ЛОС-АЛАМОС СНИЗУ 54

ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Н. Точильникова

ВЕЛИКАЯ ЧУМА 63

ЖЕРТВА НАУКИ

Н. Резник

ГИГАНТЫ НАУКИ 72

НОВОСТИ НАУКИ

20

КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

70

РАЗНЫЕ РАЗНОСТИ

34

ПИШУТ, ЧТО...

70

ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

50

ПЕРЕПИСКА

72



КОСМОС

Жизнь на Землю принесли кометы?

Вряд ли мы когда-нибудь узнаем, зародилась ли жизнь на Земле или была принесена на нее с других планет, однако ученые продолжают исследовать эту проблему со всей серьезностью. Так, Владимир Светцов из Института динамики геосфер РАН считает, что кометы обеспечили Землю органическим веществом в достаточном для возникновения жизни количестве. Он рассчитал, что в первые 700 млн. лет существования нашей планеты хвостатые странники приносили на нее по 200 млн. килограммов органики в год.

Несмотря на то что кометы состоят в основном из льда, в них много разных сложных органических молекул, возможно, там есть и аминокислоты. Кроме того, эти космические тела, среди которых встречаются и очень крупные, иногда сталкиваются с другими планетами, вот почему ученые рассматривают космических странников как потенциальных переносчиков жизни в космосе. Проблема лишь в том, что органические молекулы разрушаются от большой температуры и давления, которые неизбежно возникают, когда метеорит входит в атмосферу

планеты и ударяется о ее поверхность. И все же какая-то часть комет может «проскочить» опасные участки и доставить ценное сырье в сохранности. Когда Земля только образовалась, ее активно атаковали кометы, и В.Светцов рассчитал, сколько органики они могли принести сквозь ее атмосферу из углекислоты с давлением 10 бар у поверхности.

В атмосфере Земли выживут, скорее всего, кометы диаметром более 100 метров, но менее 10 километров. Очень крупные объекты, сравнимые с самой Землей, могут, конечно, коснуться ее вскользь, но такие события по теории вероятности редки. Например, комета диаметром 1 км, падающая со скоростью 15 км в секунду, сохранит от 0,1% до 10% аминокислот. Астероиды в этом деле не помощники, так как в них очень мало органики. По аналогии с Луной, на поверхности которой нет живого места от ударов космических тел, можно узнать поток оных на Землю, четвертую часть которых составляют кометы. За период 4,2–3,8 млрд. лет назад третья от Солнца планета приняла на себя удары нескольких сотен или даже тысячи комет размером 5–10 км. Из этого количества несколько десятков комет достигли поверхности и оставили там резервуары воды, полные органических молекул.

С точки зрения зарождения жизни доставка органического вещества за счет комет выгодно отличается от других источников тем, что происходит неравномерно. Кометы могли создавать на Земле участки с очень высоким содержанием органики. Если в этих местах были благоприятные условия, начиналась эволюция. Например, попав в теплую воду, многие компоненты органических молекул оказались бы химически активными, в результате чего стал бы возможным быстрый синтез белковых соединений. Сейчас в океане $3 \cdot 10^{12}$ килограммов биомассы, а всего на Земле ее $6 \cdot 10^{14}$ — это равно массе кометы диаметром десять километров. Такое же количество органики, как сейчас в океане, кометы могли занести всего за 100 000 лет 4 млрд. лет назад. На этом основании В.Светцов полагает, что приземления крупных комет, пусть и редкие, могли быть причиной зарождения жизни, которая в тот период, возможно, возникла и исчезала не раз.

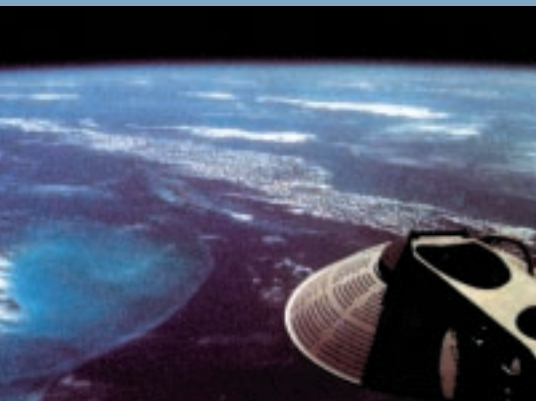
ГЕОЛОГИЯ

Евразия вращается вокруг Тибета

В августе в Иркутске состоялся международный семинар «Использование космической техники для изучения движений земной коры Азиатско-Тихоокеанского региона». Российские ученые из Института астрономии, Геофизического центра и других научных центров Российской академии наук поделились опытом, как из космоса исследовать перемещения Евро-Азиатского континента.

Мировая система наблюдений за движением земной коры из космоса, насчитывающая более трехсот постоянно действующих пунктов, продолжает активно развиваться. Для чего нужно мерить смещения наземного пункта из космоса, да еще с точностью в три миллиметра? (Кстати, такая высокая точность достигается с помощью спутниковых навигационных систем НАВСТАР и ГЛОНАСС в сочетании с высокоточными наблюдениями орбит спутников с помощью лазерной локации.) По словам профессора С.К.Татевян, руководителя отдела космической геодезии Института астрономии РАН, такая система «позволила построить модель движения крупных тектонических блоков и целых континентов. Ученым-геофизикам это необходимо для решения фундаментальных и прикладных задач в области наук о Земле, например для нахождения мест грядущих сильных землетрясений».

Используя данные мировой сети, исследователи выяснили, куда движутся основные блоки Евро-Азиатского континента. Оказалось, что европейская часть смещается главным образом в северо-восточном направлении со скоростью несколько миллиметров в год. Восточная часть континента менее смещается на север и приблизительно на долготе Новосибирска поворачивает на юг. Движение же крайних точек Евразии — Магадана и Петропавловска-Камчатского — имеет явно выраженное юго-западное направление.



Изучив особенности движения континента, ученые из Минералогического музея им. В.И.Вернадского РАН под руководством академика Д.В.Рундквиста пришли к выводу, что в настоящее время происходит вращение Евро-Азиатского континента вокруг точки, расположенной в пределах горного массива Гималаи — Тибет. По мнению исследователей, причина такого вращения в том, что Евро-Азиатский континент отнюдь не монолитен и состоит из небольших плит, окружающих Северо-Евразийскую плиту. Взаимодействие с соседними плитами и блоками влияет на распределение сейсмических напряжений во внутренних частях Евразии, что и подтверждает наибольшая сейсмическая активность в треугольнике, ограниченном гималайскими надвигами, разломами Памира-Байкала и Северо-Восточного Китая.

ЭКОЛОГИЯ

Глобальное потепление делает воду живой

Мы окружены водой. На нашей планете есть льды и снега, дожди и облака, реки и моря, почва, пропитанная влагой; каждая живая клеточка содержит воду. Вода всегда в движении: то течет бурным потоком, то повисает в воздухе туманом, то проливается дождем. Все эти процессы столь сложны и многообразны, что до сих пор должным образом не описаны. Сотрудник института мерзлотоведения СО РАН В.В.Шепелев попытался представить водный баланс планеты во всей его полноте. При этом особое внимание он обратил на фазовые переходы воды: замерзание, таяние, испарение и конденсацию. По мнению В.В.Шепелева, фазовым переходам уделяют неоправданно мало внимания, а меж тем они оказывают огромное влияние на климат и экологию Земли.

Вода существует в трех состояниях: жидком, твердом (снег и лед) и газообразном (водяной пар). Многие события на планете невозможны без превращения воды из одного состояния в другое. Например, растениям, чтобы не погибнуть, необходимо испарять воду с поверхности листьев. Испаряется вода и с поверхности кожи и слизистых оболочек животных, защищая их от перегрева. Смена времен года и колебания климата неразрывно связаны с таянием или образованием льда и снега.

Чтобы лед растаял или вода испарилась, необходима энергия. А конденсация или замерзание энергии не требуют, это самопроизвольные процессы, идущие с выделением тепла. Трудно себе представить, что при образовании ледышки выделяется тепло, но это так. Если ежегодный объем жидкой воды, переходящей в лед или пар, соответствует объему обратного ее перехода в жидкую фазу, связанные с этими процессами выделение и потери энергии компенсируют друг друга. Если же равновесие сдвигается хотя бы в течение нескольких лет, то планета будет регулярно терять или накапливать тепло. Энергетика фазовых переходов воды в планетарном объеме очень велика. По расчетам В.В.Шепелева, при конденсации влаги в атмосфере за год выделяется $4 \cdot 10^{16}$ Вт, что сопоставимо с годовым количеством лучистой энергии, приходящей к внешней границе тропосферы ($17,4 \cdot 10^{16}$ Вт). Колоссальное количество тепла требуется растениям на испарение воды — $5,5 \cdot 10^{15}$ Вт. Хорошо, что вся эта вода потом конденсируется.

Фазовые переходы воды влияют не только на водообмен и климат, но и на качество природных вод. Абсолютно чистой воды в природе нет, в ней присутствуют различные ионы, коллоидные частицы и другие примеси. При испарении и последующей конденсации вода дистиллируется, очищается. У воды, ко-

торая замерзла и вновь растаяла, лучше питьевые качества и выше биологическая активность. Природные фазовые переходы представляют собой своеобразные естественные механизмы непрерывной очистки и регенерации воды. В периоды глобального похолодания, когда значительные массы воды заморожены, почти не тают и не испаряются, качество природных вод на планете невысокое. Если же климат теплый и большие объемы воды ежегодно проходят через испарение-конденсацию или замерзание-таяние, вода становится поистине живой и активизирует все биологические процессы. Так что да здравствует потепление климата!

ТЕХНОЛОГИИ

Поваренная соль против пожара

Новое экологически безопасное средство для тушения пожаров разработали физики из Самарского государственного технического университета. Эти огнетушащие аэрозоли на основе взвесей мельчайших частиц хлоридов в углекислом газе и азоте образуются в генераторе, конструкцию которого тоже разработали самарские ученые.

При тушении пожара все средства хороши — этим и приходится утешаться, когда пользуешься обычными огнетушащими аэрозолями. Потому что в большинстве случаев это взвеси ядовитых оксидов и карбонатов щелочных металлов в газах, часть из которых сама по себе токсична — от примесей угарного газа, аммиака и синильной кислоты в азоте и углекислом газе избавиться обычно не удастся. Вот и получается, что все, не успевшее сгореть, оказывается пропитанным раствором щелочи или кислоты, тут уж как повезет, и все это в парах аммиака или угарного газа с цианидами.

Ученые из Самарского государственного технического университета придумали, как сделать огнетушащие аэрозоли практически безвредными и для людей, и для мебели. В этих аэрозолях мельчайшие частицы хлоридов калия и натрия (проще говоря, поваренной соли) и столь же безобидный хлористый калий распыляются в азоте и углекислом газе.

Как устроена новинка? Исходно это сухая смесь нескольких соединений. Ее поджигают, и при горении образуются только хлориды, вода, азот и углекислый газ. Хлориды выбраны не случайно — специалисты знают, что эти вещества хорошо тормозят цепные реакции горения, имеют низкие теплоты плавления и выступа-



ют в роли «холодильника», понижающе-го температуру очага пламени.

Однако чтобы сделать аэрозоль, смесь нужно поджечь, а температура при этом тоже развивается немаленькая — около 900°. Самарским инженерам и физикам удалось решить и эту проблему. Они разработали конструкцию генератора огне-



тушащих аэрозолей. Специальный рас-сеиватель направляет поток полученной взвеси так, что она нагревает не сгоревший еще заряд аэрозолеобразующего состава, а сама при этом охлаждается в 7–8 раз по сравнению с температурой во фронте горения смеси. В результате температура аэрозоля на выходе не превышает 200°, а это уже нормально, то есть допускается соответствующим ГОСТом.

Новое средство борьбы с огнем проверили в Испытательной противопожарной лаборатории ГУВД Самарской области. Специалисты дали новинке весьма лестную оценку. Они признали разработанный генератор огнетушащего аэрозоля эффективным, экологически безопасным и потому очень перспективным оружием в схватке с пожаром.

МЕДИЦИНА

Мох вместо бинта и тампона

Сфагнум, или белый мох, в течение многих веков применяют в народной медицине как перевязочное средство. Теперь им занялись ученые из Белорусского государственного университета и нашли у него массу полезных качеств, благодаря которым его вполне можно использовать и в медицине современной.

Исследователи с кафедры аналитической химии Белорусского государственного университета изучили химический состав и абсорбционные свойства сфагнума. Биологически активные вещества извлекали из растения с помощью различных

растворителей: дистиллированной воды, этанола, бутанола, эфира и хлороформа. Самым лучшим растворителем для экстрагирования веществ оказалась дистиллированная вода. Исследователи выделили из сфагнума шесть фенокислот (изохлорогеновую, фумаровую, кофейную, хлорогеновую, пирокатехиновую, федуловую) и шесть веществ из класса кумаринов (эскулетин, эскулин, умбеллиферон, скополетин, кумарин, герниарин). Эти вещества обладали ярко выраженным бактерицидным действием, особенно сильно они действовали на культуры стафилококка и стрептококка. Экстракты из сфагнума оказались также губительными для грибковых инфекций. Ученые предположили, что противогрибковым действием сфагнум обязан прежде всего кумаринам.

Бактерицидные свойства сфагнума могут найти применение и в наши дни, если использовать его как лекарственное сырье для изготовления мазей, порошков и прочих препаратов. Как противогрибковое средство сфагнум может иметь преимущество перед синтетическими лекарствами, поскольку действует более мягко.

Кстати, содержание биологически активных веществ во мху зависит от времени его сбора: больше всего их в растениях, собранных в июне, а меньше — в августе.

По абсорбционным свойствам, по способности впитывать воду и кровь сфагнум не уступает вате и лигнину. Исследователи показали, что одна весовая часть сфагнума может впитывать до 25 весовых частей воды. Это объясняется особенностями его микроскопического строения. Например, полости конопляных, льняных и хлопковых клеточных волокон закрыты от окружающей среды, поэтому всасывание гноя происходит лишь благодаря межклеточным пространствам. Целлюлозные волокна легко склеиваются гноем, он застывает в наружном слое и не может проникнуть дальше. А вот у сфагнума принципиально другое строение. В его стебле содержатся полые клетки, предназначенные специально для накопления воды. Их стенка пронизана отверстиями, через которые внутрь клетки попадает влага. Поэтому стебель сфагнума хорошо пропускает и воду, и кровь, и гной, при этом он не теряет эластичности, а рана остается сухой.

В больших количествах сфагновый мох заготавливали во время Первой мировой



войны. Его рассылали по всей России, и вместе с ним губернские врачи получали анкеты, в которых должны были оценить достоинства мха. Практически все врачи высоко оценивали сфагнум: его рыхлость, высокую впитываемость, антисептические свойства. Поэтому мох повсеместно применяли для перевязки ран, влагилистных тампонов, подкладок для родильниц. Важным достоинством сфагнума по сравнению с другими перевязочными средствами, особенно в военное время, была дешевизна. Перед применением сфагнум стерилизовали, обрабатывая его паром или пропитывая раствором сулемы, хлоридом натрия или борной кислоты. Теперь ученым известно, что происходит, например, при обработке сфагнума раствором сулемы: двухвалентные ионы ртути прочно связываются с оболочками клеток и остаются там при дальнейшей промывке дистиллированной водой. Таким образом, получается химически измененный мох, который оказывает дополнительное антисептическое действие за счет ионов ртути.

Конечно, сфагнум — это прежде всего стратегическое сырье в экстремальных условиях. Но, как показали исследования, сырье действительно хорошее. А поскольку в наше время приходится быть готовым к любым экстремальным ситуациям, то забывать про него не стоит.

ГЕНЕТИКА

Магнитное поле Земли влияет на хромосомы

Изменения магнитного поля Земли почти в два раза увеличивают частоту хромосомных перестроек, так называемых аберраций. К такому выводу пришли ученые из Медико-генетического научного центра РАН, Московской медицинской академии и Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН при поддержке РФФИ.

Началось с того, что исследователи проанализировали базу данных, собранную в России и бывших советских республиках за 30 лет, по частоте хромосомных аберраций в лимфоцитах человека. Общую выборку они разделили на две группы. В одну группу вошли люди, профессия которых не была связана ни с какими вредными воздействиями, и проживающие в относительно экологически чистых районах, а во вторую группу — люди, имеющие дело с вредными веществами на производстве или по месту жительства. Надо сказать, что хромосомные перестройки происходят в клетках



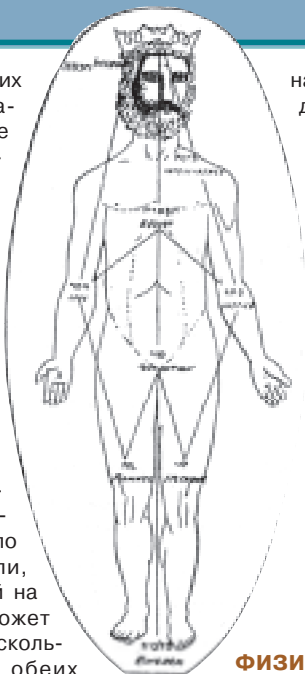
спонтанно, все дело в их частоте. Как и ожидалось, во второй группе средняя частота aberrаций в лимфоцитах была выше, значит, постоянный контакт с вредными веществами не проходит для хромосом бесследно.

Впрочем, этот факт достаточно очевиден. Куда более неожиданным было следующее наблюдение. Оказалось, что в обеих группах частота хромосомных aberrаций колебалась с периодом около 4,5 лет. Ученые сочли, что фактор, влияющий на эти колебания, не может быть техногенным, поскольку он одинаков для обеих групп обследованных людей. Всеобщность этого фактора подтверждается и тем, что одни и те же колебания наблюдались у жителей самых разных географических областей. Таким всеобщим фактором, решили исследователи, может быть изменение солнечной активности и магнитного поля Земли.

Чтобы проверить это предположение, ученые проанализировали данные по изменению магнитного поля Земли, которые были собраны в обсерватории ИЗМИРАНа в городе Троицке. Этот показатель непрерывно регистрируют датчики, у которых изменяется магнитный момент при изменении величины переменного магнитного поля. Данные оцифровываются и поступают в компьютер; для количественной оценки магнитного поля использовался индекс Ap, который указывает на величину среднесуточной амплитуды вариации магнитного поля Земли.

Наконец, ученые сравнили данные тех и других наблюдений и обнаружили, что между ними существует зависимость. Колебания магнитного поля Земли (изменения индекса Ap) тоже происходят циклично, их цикл составляет 9 лет. Частота спонтанных хромосомных aberrаций приблизительно в два раза выше. Наибольшая частота aberrаций приходится на периоды, когда величина индекса, то есть размах амплитуды колебаний магнитного поля, увеличивается или уменьшается. А в периоды максимума или минимума Ap, то есть тогда, когда магнитное поле относительно стабильно, хромосомные aberrации наблюдаются реже. Другими словами, на частоту хромосомных aberrаций влияет скорость изменения магнитного поля Земли, а не его абсолютная величина. Причем частота меняется довольно значительно — почти в два раза.

Экспериментальные данные о влиянии магнитного и электромагнитного полей



на генные и хромосомные мутации довольно противоречивы. Однако большинство экспериментов показывает, что не постоянные, а именно переменные магнитные поля воздействуют на перестройки хромосом и обмен участками в процессе деления клетки. Есть даже данные о том, что в определенном диапазоне изменение магнитного поля влияет на синтез ДНК.

Таким образом, выявленная в исследовании закономерность о влиянии изменений магнитного поля Земли на частоту спонтанных хромосомных aberrаций представляется вполне вероятной.

ФИЗИОЛОГИЯ

Сила страсти

Оказывается, степень интереса к женскому полу не зависит от концентрации половых гормонов. Ученые из Института цитологии и генетики СО РАН утвердились в этой мысли при поддержке РФФИ.

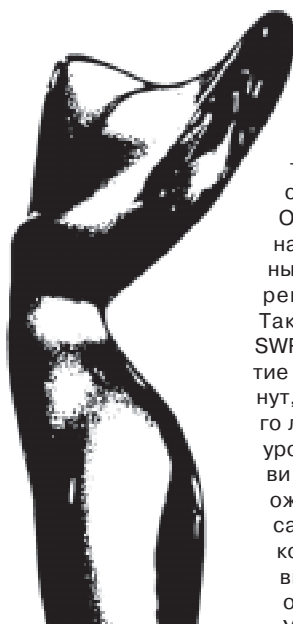
Генетика — великая наука, ибо вникает в малейшие подробности жизни. Один из ее разделов изучает генетический контроль поведения, в частности полового. Половое поведение самцов начинается с того, что они проявляют интерес к противоположному полу. Эта заинтересованность называется половой активацией — она вынуждает самцов совершать определенные поступки и одновременно запускает соответствующие биохимические реакции. Так, одно лишь присутствие прекрасной дамы повышает уровень половых гормонов в крови потенциального партнера. И биохимия, и поведение контролируют гены, осталось только выяснить, какие именно. Влияние генотипа на половую активацию и уровень половых гормонов исследовали сотрудницы лаборатории фенотипики поведения Института цитологии и генетики СО РАН Т.Г.Амстиславская и М.В.Храпова. Работали они на мышах, и обнаружили, что степень интереса, который самцы проявляют к самкам, зависит от генотипа, но не связана с концентрацией соответствующих гормонов в крови.

Прежде всего ученым предстояло измерить силу половой активации. Для этого испытуемому самцу создали та-

кие условия, чтобы он не мог проявить к самке ничего, кроме интереса. Зверя помещали в клетку с перегородкой, в одном из отсеков которой он томился трое суток. Затем металлическую крышку клетки заменяли прозрачным оргстеклом и в потоке хлынувшего света сажали в другой отсек готовую к супружеским отношениям самку. Перегородка прозрачная, имеет маленькие отверстия, поэтому мышь видит подругу, обоняет ее, коснуться же не может. Животному остается лишь припасть к перегородке и пытаться проникнуть на другую половину клетки, а бесстрастные ученые наблюдают за этими попытками, фиксируя затраченное время. За каждым самцом следили 30 минут, и это были последние полчаса в его жизни. После эксперимента самцов лишали головы и определяли содержание в их крови тестостерона — его уровень служил гормональным показателем половой активности мышей.

В распоряжении исследователя были самцы десяти различных генотипов. Все они без исключения почти сразу замечали соседку и просиживали у перегородки дольше, чем представители контрольной группы (у них соседний отсек пустовал). Однако наблюдатели обнаружили, что мышей разных линий проводят у перегородки разное время. Так, представители линии SWR потратили на это занятие в среднем около 23 минут, а мыши линии А/Не всего лишь 6,5 минут. При этом уровень тестостерона в крови возрастает. Можно было ожидать, что чем больше самец интересуется самкой, тем больше в его крови половых гормонов, но оказалось — это не так. Уровень тестостерона не связан со временем, проведенным у перегородки. У самцов линии SWR половых гормонов действительно больше, чем у других мышей, но на втором месте по уровню тестостерона самая «малосидящая» линия. Особенности каждой линии теперь исследователям известны.

Поскольку прямой связи между уровнем гормонов и числом попыток прорваться к самке нет, исследователи полагают, что существует центральный механизм регуляции полового поведения, который отвечает и за поведение мышей при половой активации, и за концентрацию тестостерона. Наследственные особенности этого механизма зависят от генотипа, а изучение этих особенностей, по мнению ученых, весьма актуально.



Активированная биполярная клетка в сетчатке глаза золотой рыбки. Именно через такие клетки у всех животных и у человека сигналы от фотонов света, уловленных сетчаткой, достигают зрительных отделов мозга



Кандидат

биологических наук

В.В.Александрин

Вижу — не вижу...



Просторный актовый зал, наполненный солнцем и потоками невольского воздуха. Заинтересованные, прямо-таки светящиеся лица участников конференции. Стрекотание кино- и телекамер, шелканье фотоаппаратов. На сцене смуглый юноша с завязанными плотной черной повязкой глазами. В метре от него большой белый экран, на котором поочередно появляются четкие контуры предметов. Задача молодого человека — правильно назвать предмет.

Черный треугольник.

— Черный треугольник.

Квадрат Малевича

— Черный квадрат.

Велосипед.

— Велосипед.

Аленький цветочек.

— Красный цветок.

«Мерседес».

— Машина.

«Боинг 707».

*В.М.Бронников,
пациентка и академик
Н.П.Бехтерева*

— Самолет.

Рыцарь.

— Рыцарь.

Зал аплодирует. Научное шоу состоялось. Понятно, что почтенная публика, сплошь состоящая из ученых, не восприняла бы увиденное серьезно, если бы эстраднему номеру не предшествовала весьма строгая проверка в петербургском Институте мозга человека. А возглавляла исследование Наталья Петровна Бехтерева. И предварительный экзамен молодой человек, а с ним еще шестеро «студентов» успешно сдали.

А теперь немного истории. В начале 90-х годов в российской прессе стали появляться сообщения о док-

В июле этого года «Химия и жизнь» опубликовала короткое сообщение агентства «ИнформНаука» о том, как в Институте мозга человека в Санкт-Петербурге исследовали феномен так называемого альтернативного видения по методике В.М.Бронникова. Здесь мы помещаем подробный рассказ об этих поразительных опытах. Способен ли человек видеть без помощи глаз? — Казалось бы, ответ может быть только отрицательным. Но эксперимент с двойным слепым контролем не опроверг факт существования феномена.

Вслед за авторами исследования мы признаем, что по его окончании появилось больше вопросов, чем ответов. Когда верстался номер, в редакцию уже начали приходить отклики на сообщение в № 7: читатели предлагали свои объяснения «феномена Бронникова», среди которых были и смелые гипотезы из области физиологии мозга, и предполагаемые технологии хитроумного фокуса, способного ввести в заблуждение не только обывателей, но и ученых. Наш корреспондент высказывает и свое мнение — мнение профессионала-физиолога. Но, безусловно, картина будет неполной без критических отзывов других специалистов. Тема не закрыта, продолжение следует...

торе Вячеславе Михайловиче Бронникове из Феодосии, который учит зрячих читать газеты с закрытыми глазами, а слепых — ориентироваться в пространстве. Слух о целителе докатился и до северной столицы, в частности до академика Н.П.Бехтеревой. Возможно, не стала бы Наталья Петровна ввязываться в очередную весьма рискованную научно-медицинскую баталию, если бы, как истинный врач, не захотела помочь знакомой незрячей девушке. Но, руководствуясь гиппократовским «не навреди», решила для начала посмотреть на учеников Бронникова, а заодно проверить, действительно ли они обладают столь необычными способностями.

В эксперименте участвовало семейство выпускников школы Бронникова, в возрасте от 10 до 17 лет. Сразу отметим, что абсолютно слепых среди них не было: у пятерых зрение было нормальным, у одного здоровым был один глаз, а седьмой испытуемый мог видеть левым глазом.

Понятно, что, прежде чем приступить к изучению работы мозга подопечных Бронникова, исследователи должны были проверить, существует ли феномен в действительности, проведя эксперимент с двойным слепым контролем. Цитируем авторов работы: «Для испытуемой К.З. <возраст 13 лет> были изготовлены две идентичные «слепые» маски из термопласта, закрывающие часть лица от линии волос вверху и до линии верхней губы внизу, а также до ушей — сбоку. Одна маска была дана К.З. для тренировки, другая находилась в лаборатории. <Испытуемой> было сказано, что на экране компьютера будут появляться буквы, цифры и знаки, которые нужно будет называть. На самом деле в эту последовательность были замешаны фотографии физиологических экспериментов, приборов, которые испытуемой были неизвестны. Различные стимулы были замешаны в случайном порядке, неизвестном присутствующим, наблюдавшим за ходом эксперимента. Изображение предъявлялось на 15-дюймовом жидкокристаллическом цветном экране портативного компьютера с помощью программы «Power Point». Всего было предъявлено 48 изображений. Компьютер располагался так, чтобы никто из присутствующих не мог видеть изображения. Никаких гладкоотражающих поверхностей сзади компьютера не было. Все наблюдатели находились не ближе 3 м от испытуемой. Двое наблюдателей вели раздельно протокол. На испытуемую надевалась маска, лежавшая до этого в лаборатории, к которой испытуемая и никто из группы ее обучающих ранее не имели доступа. Межстимульный интервал варьировал в пределах 5–10 с».

Просим прощения за длинную цитату, но предварительное обсуждение материала в редакции показало, что она необходима — иначе все дальнейшее не вызывает доверия. Итак, устройство маски не давало возможности подглядывать; постоянное наблюдение за девочкой показывало, что она не пыталась снимать маску или, скажем, отгибать ее край. Наблюдатели не знали, в каком порядке будут следовать изображения (этот порядок устанавливал человек, на эксперименте не присутствовавший), и сами

не видели экрана — следовательно, исключены подсказки, сознательные или бессознательные. Маску до эксперимента испытуемым и их наставникам не давали — просверлить в ней дырочки они не могли. И вот результат: «Испытуемая... уверенно, без поддержки называла знаки, а также описывала картинку, о существовании которых она не была предупреждена... Отмечено 100%-ное опознание предъявлений в файлах, а также совпадение записей двух протоколов».

Цель дальнейшего исследования была двойной: во-первых, электрофизиологическими методами проверить, не пользуются ли все-таки ученики Бронникова обычным зрением, чтобы видеть сквозь повязку, а во-вторых, оценить, сколь велика при этом нагрузка на мозг.

Расскажем подробнее о том, на каких свойствах мозга основана первая часть исследований. Рецепторный аппарат нашего организма: тактильный, слуховой, зрительный, обонятельный — проецируется в кору мозга не диффузно, а избирательно, в строго определенные области. В частности, информация от органов зрения поступает в затылочные области коры мозга, слуховой анализатор находится в височных областях, а тактильный — в центральных. Поэтому если с помощью специальных накладных электродов (обычно их около двадцати) одновременно регистрировать электрическую активность мозга, то по характеру этой активности можно точно сказать, через какие рецепторы мозг получает информацию. Правда, информация при этом должна быть очень простой: четкие световые стимулы (для зрительной области), щелчки (для слуховой) или уколы (для тактильной).

Таким образом, проверка проходила на своеобразном «детекторе лжи». С любезного разрешения С.Г. Данько, руководившего исследованием, я сам сижу в кресле испытуемого. Затемненная комната, рядом никого нет. В полуметре от меня — монитор, на котором в случайном порядке появляются четкие силуэты бабочки, стула, ложки, гусеницы, лошади, стакана... Моя задача — отделить «мух от котлет», то есть живые объекты от неживых: бабочка — нажимаю на кнопку два раза, кастрюля — один раз и т. д. В соседнем помещении ведут протокол эксперимента. Я провожу сортировку с открытыми глазами. Ученики Бронникова вначале тоже выполняли задание с открытыми глазами, а затем с закрытыми маской из черной материи, которая до эксперимента хранилась в



РАССЛЕДОВАНИЕ

сейфе директора института. Использовали матерчатые, а не термопластовые маски, как в первом эксперименте, поскольку снимать энцефалограммы мешают произвольные движения глазных яблок. Чтобы остановить эти движения, на закрытые глаза накладывали марлевые тампоны, а затем широкую маску, ото лба до губ — так, чтобы человек в буквальном смысле глазом моргнуть не мог.

Во время «экзамена» к головам ребят крепили специальные электроды и регистрировали так называемые вызванные потенциалы. В обычных условиях, когда в поле зрения попадает объект — та же бабочка или тумбочка, в зрительных (затылочных) областях коры мозга в составе общей электроэнцефалограммы регистрируется потенциал, по форме напоминающий заглавную букву «М» с несколькими хвостиками поменьше. Мозг как бы ставит на ЭЭГ свой автограф: «Вижу хорошо». (Надо отметить, что для получения четкого «автографа» необходимо последовательно предъявить испытуемому не менее 100 зрительных сигналов. Вызванный потенциал — это не обычная энцефалограмма: чтобы получить его, сотни кусочков ЭЭГ, соответствующие многократным повторениям опыта, накладывают друг на друга, синхронизируя (в данном случае) по моментам предъявления картинки. Все случайные колебания при этом взаимно стираются.) Именно на сохранение подобного потенциала и рассчитывали скептически настроенные проверяющие: если форма и амплитуда вызванных ответов будут одинаковыми как при открытых, так и при закрытых глазах, значит, испытуемые умудряются подглядывать. Однако все получилось несколько иначе. Испытуемые и с повязкой на глазах четко отделяли живые объекты от неживых, а вот вызванные потенциалы при этом существенно изменились: вместо прописной «М» (то есть сигнала «вижу») или отсутствия потенциала («не вижу») зрительная кора мозга стала выдавать строчную «п», как бы неуверенно расписываясь: «То ли

Вызванные потенциалы зрительной коры у испытуемого при выполнении заданий на классификацию изображений:

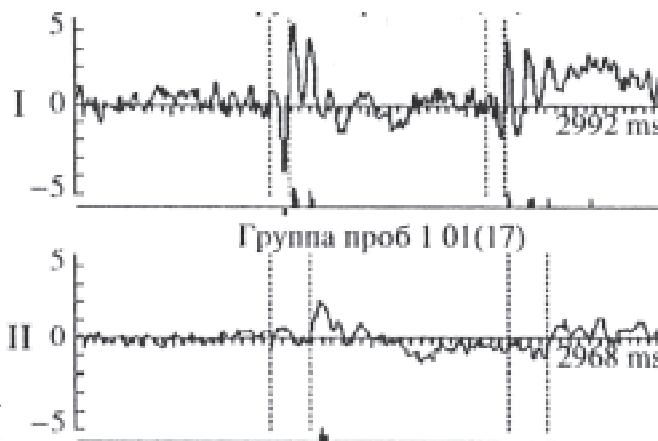
I — с открытыми глазами,

II — с закрытыми.

По вертикальной оси — амплитуда в мкВ,

по горизонтальной — время (цена деления 50 мс).

Пунктирными линиями отмечены моменты показа картинки



вижу, то ли нет». (Впрочем, скептики могут расшифровать подобный потенциал и более определенно: «Вижу, но очень плохо») (см. рис.). Так или иначе, авторы исследования нашли статистически достоверное различие вызванных потенциалов при распознавании изображений обычным и альтернативным зрением.

На втором этапе подросткам давали более сложное задание: с завязанными глазами они должны были читать вслух мелкий текст, на сей раз не с экрана, а из книг. При этом у них также регистрировали электроэнцефалограмму. Все семь добровольцев легко читали любой предъявленный текст, лишь иногда запинаясь на незнакомых словах. Однако на энцефалограмме бета-ритм (то есть ритм, характерный для бодрствующего человека) в это время становился очень мощным, что свидетельствовало о чрезмерной активации аппарата внимания. Иногда появлялись и более грозные признаки запредельной нагрузки: так называемые комплексы «пик-волна», которые клиницисты рассматривают как предвестники эпилептической активности.

Сообщение о проделанной работе было опубликовано в академическом журнале «Физиология человека» (2002, т. 28, № 1). Таким образом, сам факт существования феномена получил высший «знак качества» российской науки. Однако, как признаются в личных беседах авторы исследования, механизм столь странных способностей совершенно неясен. На мою просьбу выдвинуть хоть какое-то предположение директор института С.В.Медведев ответил по-ньютоновски афористично: «Гипотез не измышляю».

Но поскольку на страницах «Химии и жизни» строить гипотезы не заказано, то попробуем все же обсудить некоторые спорные моменты этого, без преувеличения сенсационного, материала.

Начнем с названия статьи: «О так называемом альтернативном зрении или феномене прямого видения». Уже сам столь радикально звучащий термин «альтернативное зрение» предполагает, что световой сигнал идет в обход

классического пути «сетчатка — зрительная кора».

В самой статье рассматриваются два теоретически возможных варианта подобного процесса. Во-первых, авторы предполагают существование «кожного зрения» и приводят некоторые аргументы. Как уже упоминалось, вызванные электрические ответы в зрительных областях мозга при чтении «вслепую» сильно редуцируются. Зато в соматосенсорных областях коры мозга, куда проецируются кожные рецепторы, реакция несколько усиливается. Правда, усиливается не сам первичный ответ (буква «М»), а его «хвостик». Проекционная зона кожи как бы сигнализирует: «Сама не вижу, но видеть помогаю». Другой аргумент в пользу того, что кожные рецепторы участвуют в процессе восприятия, — сама практика овладения этим свойством. Все подготовительные упражнения, которые выполняют ученики в течение нескольких месяцев, основаны на выработке способности чувствовать ладонями «потоки энергии» и различать цвета предметов. Авторы также напоминают факт, известный зоологам: на теле некоторых бабочек имеются фоторецепторы, так что в принципе нечто подобное возможно. (Кто-то возразит, что сравнение человека с насекомым некорректно: про удивительные органы чувств членистоногих, от вкусовых рецепторов на лапках до зрения в ультрафиолетовом диапазоне, написано множество книг, но при чем тут люди? Однако некоторые физиологи, занимающиеся изучением суточных ритмов человека, утверждают, что эти ритмы регулирует свет, не только воспринимаемый глазами, но и падающий на кожу. Правда, одного световосприятия недостаточно для того, чтобы читать... — *Примеч. ред.*)

Впрочем, можно выдвинуть и контраргумент: ученики Бронникова овладевают альтернативным видением только после того, как научатся с закрытыми глазами формировать перед внутренним взором белый экран. Именно с этого «биомонитора» и происходит считывание той информации, которую предъявляют испытуемому, будь то рисунки или текст.

Еще одна рабочая гипотеза, упоминаемая в статье, — видение непосредственно мозгом: предполагается, что электромагнитное излучение (очевидно, не светового диапазона, поскольку человеческая голова не прозрачна) извне проникает через кости черепа и действует прямо на нервные клетки. Попробуем разобраться, возможно ли такое. Я уже упоминал о том, что так называемая первичная зрительная кора находится в затылочной области мозга. Испытуемые сидели лицом к экрану, и поэтому электромагнитное излучение любой частоты напрямую могло воздействовать только на лобные области. Эти зоны мозга являются управляющими (их разрушение приводит к распаду целенаправленного поведения, а также эмоциональной тупости), и даже прямая их электростимуляция через электроды (что иногда практиковалось в клинике) к появлению зрительных или иных галлюцинаций не приводила. Таким образом, если бы испытуемые и воспринимали информацию «напрямую», то им удобнее было бы повернуться к экрану затылком. Однако и в этом случае электромагнитное излучение от экрана, несущее проецируемую на него картинку, не трансформировалось бы в образ бабочки или караса, поскольку зрительная кора, в отличие от сетчатки, не является экраном в физическом понимании этого термина. Я не буду сейчас касаться достаточно сложного взаимодействия нейронов указанного образования (сведения об этом можно найти в любом современном учебнике по физиологии). Приведу лишь мнение ведущего специалиста в этой области, лауреата Нобелевской премии Дэвида Хьюбела: «Первичная зрительная кора не может быть тем местом, где распознаются, воспринимаются или подвергаются другой обработке целые объекты, например лодки, шляпы, лица, то есть не может быть субстратом процессов восприятия».

Итак, подведем итоги: «кожное зрение», видение мозгом... Можно еще вспомнить о биолокации, хорошо раз-

КСТАТИ...

Фантастическая идея о приборе, который заменяет незрячему человеку глаза, передавая изображение с видеокamеры прямо в мозг, воплощена в реальность. Фермер из Канады по имени Йенс, потерявший зрение в 18 лет, — один из восьми человек, решившихся на необычную операцию. Американские специалисты из Института Добелля вживили каждому из них десятки электродов в зрительную кору головного мозга.



(Операцию проводили в Португалии: в США подобные опыты запрещены.) «Черные очки» — это цифровая видеокamera, которая передает изображение в маленький компьютер, прикрепленный к поясу пациента. Компьютер обрабатывает сигнал и направляет его на электроды. Пациент при этом «видит» множество ярких точек, формирующих изображение: по словам одного из них, «это как будто смотришь сквозь занавеску в солнечный день». Черные и белые изображения тоже видны как группы точек. Йенс говорит журналистам, что он в полном восторге и даже начал водить машину. Сам доктор Билл Добелль утверждает, что операция должна быть эффективной в 98—99 процентах случаев — возможно, за исключением слепорожденных или ослепших во младенчестве, то есть тех людей, у которых зрительная кора не развивалась нормально. Стоимость операции и аппаратуры — не менее 70 000 долларов для одного больного. Зато ученым понятно, как видит Йенс. Где «видеокamera» у учеников Бронникова — пока неведомо.

витой у змей (восприятие инфракрасных лучей) и у дельфинов (восприятие ультразвука). Красивые, а главное, манящие вдаль теории и гипотезы. До того манящие, что в кулуарах конференции мне пришлось от доктора психологических наук (!) услышать предложение: пора-де менять российское законодательство, чтобы слепые люди, прошедшие школу Бронникова, могли получать... водительские права.

Учитывая, что в нашей стране возможно почти все, хотелось бы этот бурлящий идеями научный котел слегка остудить холодными аргументами. Пообщавшись с некоторыми учениками Бронникова, в том числе и слабовидящими, я понял, что с помощью альтернативного зрения видят они не совсем так, как здоровый человек обычным зрением. Различают они скорее не сами предметы, а их силуэты. Непременным условием для подобного видения должно быть хорошее освещение, дающее четкую контрастность.

Еще один, довольно любопытный факт. На способность читать с закрытыми глазами каким-то образом влияла сама маска. Если привычную маску заменяли другой, почти такой же, то испытуемый на некоторое время терял свои необычные способности.

Учитывая, что маска закрывала в основном глаза, сразу появляется вопрос: если видят не глазами, а кожей (или мозгом), как может повязка влиять на этот процесс?

Поэтому я полагаю, что ученики Бронникова, как здоровые, так и инвалиды по зрению (а среди участников эксперимента не было ни одного полностью слепого!), видят все же с помощью глаз. И пусть у вторых в той или иной степени нарушена оптическая система хрусталика — сетчатка, однако же, есть у всех. А возможности этого главного отдела зрительной системы уникальны: человек, адаптированный к полной темноте, способен увидеть такую слабую вспышку света, при которой ни один рецептор не может получить более одного фотона световой энергии (напомню, что фотон — мера наименьшего ее количества). Кстати, эту способность глаза с давних времен использовали астронимы: знаменитый Джованни Скиапарелли, впервые рассмотревший «каналы» на поверхности Марса, по рассказам современников, перед наблюдениями целый час сидел с открытыми глазами в совершенно темной комнате. Можно предположить с высокой долей вероятности, что система Бронникова развивает сверхчувствительность зрительной системы:



РАССЛЕДОВАНИЕ

Глаза тренируются быстро переходить в режим видения того самого фотона световой энергии, который в обычных условиях не воспринимается нашим сознанием.

А как же черная маска? Прodelайте небольшой эксперимент: завяжите глаза баннным полотенцем и пощелкайте выключателем в ванной, зажимая и гася свет. Через некоторое время вы заметите, что сквозь толстую ткань все же можно различать, когда свет в комнате горит, а когда нет. То есть фотоны световой энергии проникают через материю. Проникают они, без сомнения, и через матерчатую маску, которой пользовались испытуемые.

Есть у метода Бронникова и еще один положительный «побочный эффект» — это жизненный настрой самих слабовидящих учеников. Вместе с возможностью самостоятельно ориентироваться в окружающем пространстве у них пробуждается вера в собственные силы, появляется жизненная перспектива. Они мечтают выйти за рамки уготованной им судьбы. Я встретил на конференции двух незрячих девушек, занимавшихся по методу Бронникова: одна училась на медработника, а другая поступила на исторический факультет университета (должен все же отметить, что зрячими, к сожалению, они не стали). Поэтому, какой бы результат ни дали научные изыскания — принесут ли они людям «кожное» зрение или какое-либо иное, — практическая польза уже есть. Хотя, несомненно, полную медицинскую апробацию альтернативному видению еще предстоит пройти, и не только для того, чтобы понять его механизм. Исследование в Институте мозга показало, что при прямом видении нагрузка на мозг очень велика — вспомните об упоминаемых выше эпилептогенных волнах. По-видимому, следует выделить группы людей, которым обучение по этой методике противопоказано.





Осязаемый DOS

Е.Клещенко

У человека пять чувств, это написано в любом учебнике. Зрение и слух мы привыкли считать чувствами «высшими», ведь с ними связаны речь и письменность. С помощью зрения и слуха мы ставим научные эксперименты, создаем и воспринимаем произведения искусства. Оставшиеся три способа восприятия — осязание, обоняние, вкус — считаются «низшими», примитивными и второстепенными. Они нужны для полноценной жизни, но отсутствие любого из них не отделяет человека от человечества. Совсем иное дело — отключение зрения, слуха или, самое страшное, того и другого сразу.

К сожалению, медицине еще далеко до полной победы над глухотой и слепотой. Причиной этих дефектов могут быть не только травматические повреждения органов зрения и слуха, но и нарушение работы проводящих путей, зрительных и слуховых центров мозга в результате попадания в организм ядов, инфекционных заболеваний (например, менингита) или генетических нарушений. Последние распространены больше, чем думают: так, на каждые 70 человек приходится один носитель мутации, которая вызывает синдром Ушера — врожденную или прогрессирующую слепоту и глухоту. (Постоянным читателям «Химии и жизни» не надо объяснять, что носитель мутантного гена — необязательно больной, но при неблагоприятном стечении обстоятельств у него могут родиться больные дети.)

Сегодня сразу несколько научных групп бьются над проблемой искусственного глаза — видеокамеры, передающей изображение в зрительную кору. Может быть, удастся обойтись и без вживления в мозг электродов. Американская компания «Оптобионикс корпорейшн» разрабатывает искусственную сетчатку глаза: ее уже имплантировали нескольким больным и собираются представить на рынок всего через пять

лет. Совершенствуются слуховые аппараты. А в Санкт-Петербургском институте мозга человека, оказавшемся в фокусе внимания СМИ из-за истории с альтернативным видением, много лет работает Научно-медицинский центр профессора А.Н.Шандуриной (кстати, ученицы Н.П.Бехтеревой), где лечат некоторые нарушения слуха и зрения методом электростимуляции: чуда со стопроцентной гарантией не обещают, но и частичное улучшение — тоже победа врача и пациента...

Ну а пока медики не научились совершать чудеса, слепоглухие поднимают свое осязание до «высшего чувства», способного передавать и большие массивы информации, и абстрактные понятия, и простые житейские сведения. Как в любой области человеческой деятельности, здесь есть свои технологии, особые методики обучения и тренировок. Появились они не так давно, чуть больше ста лет назад.

На протяжении веков считалось, что слепоглухие дети обречены оставаться «человекоподобными растениями», выключенными из социума, неспособными к обучению и развитию. Возможно ли научить такое существо чему бы то ни было, кроме разве что элементарных навыков опрятности? Это убеждение опровергли Хелен Келлер (1880–1968) и ее учительница Энн Салливан. Хелен утратила зрение и слух в возрасте трех лет и почти до семи лет не говорила. (Но важно отметить, что даже в этот период она не была замкнутым ребенком и активно стремилась к общению.) Занимаясь со слепоглухой девочкой, Энн использовала внешне простой метод: подставляла руку ученицы под струю воды, потом писала пальцем на ее ладонке буквы: w-a-t-e-r — и так от предметов детского обихода к простейшим действиям и определениям, к понятиям о верхе и низе, правом и левом...

Девочка платила учительнице горячей любовью — из записей Энн видно, что «игра в называние» ребенку очень нравилась, — и делала поразительные успехи. Язык начертанных букв, казалось бы совершенно искусственный для неслышащего и неговорящего, она осваивала, как обычные дети осваивают родную речь. (Сейчас слепоглухие разговаривают с помощью дактилологии: пе-

редают буквы, особым образом складывая пальцы в ладони собеседника. Но зрячеслышащие, не знающие этой азбуки, и по сей день пишут им слова на руке.) Скоро Хелен научилась выражать свои желания, задавать вопросы и, как самый обычный ребенок, выясняла, почему младенцы не едят конфеток и почему птенцы вылупляются из яиц, а щенята нет. Для детских психологов такие «смешные» вопросы означают многое. Девочка начала использовать логику, отмечать сходство и различия, распределять объекты по категориям.

Хелен с отличием окончила колледж, стала ученым и писательницей. Было доказано: слепоглухие не слабоумные, они такие же люди, как все, но важнейшее условие для развития интеллекта — обучение языку. Путь в культуру для человека лежит через знак, будь это произнесенное слово, черные буквы на белой бумаге, движения пальцев или выпуклые точки.

Все, наверное, знают о рельефно-точечном шрифте Брайля, который можно читать на ощупь. (Комбинации из шести точек позволяют получить 63 знака для обозначения букв, цифр, математических и нотных символов.) Брайлевские тексты раньше печатали на коричневатой перфокарточной бумаге, теперь в Серпухове выпускают специальную бумагу для брайлевского письма и печати, которая «держит» точку высотой до 0,7 мм. За рубежом (например, в британском Национальном центре тактильных диаграмм при Хертфордширском университете) используют так называемую термочувствительную, или микрокапсульную, бумагу. На нее наносят черные значки от руки или печатным способом, затем пропускают лист через нагревающее устройство. Окрасшенные участки, нагреваясь сильнее, разбухают и становятся выпуклыми. Эта технология дает сразу несколько выгод: на микрокапсульной бумаге легко изображать не только брайлевские тексты, но и чертежи, схемы, а поскольку линии и значки черные, с ними удобно работать и зрячим. Брайлевские тексты и рельефные рисунки делают на тонких листах ПВХ; особое искусство — выклеивание матрицы, на которой формуют рисунки: своего рода объемной аппликации из различных материалов, изоб-



Значки брайлевого текста состоят не из шести, а из восьми точек — по техническим причинам



БОЛЕЗНИ И ЛЕКАРСТВА

ражающей икону Казанской Божьей Матери или схему прибора.

Серьезная проблема при обучении слепоглухих — как организовать общение во время занятия. Можно ли сделать так, чтобы современные последователи Энн Салливан занимались не с одним ребенком каждый, а с несколькими? Дактильная азбука — по определению средство общения двоих, из руки в руку. Превращать урок в брайлевскую переписку — накладно по времени, да и не очень эффективно. Так что тифлосурдопедагогика в XX веке была (да, вероятно, и сейчас остается) работой на грани возможного.

Ольгу Ивановну Скороходову (1911—1982) журналисты называли «советской Хелен Келлер». Родилась она в селе под Херсоном, в крестьянской семье. Переболев менингитом, Оля к восьми годам полностью утратила зрение и слух. Во время голода в 1922 году она потеряла мать и сама едва не умерла от истощения. В 1923 году Оля попала в харьковскую школу-клинику для слепоглухонемых, которую создал профессор Иван Афанасьевич Соколянский. Там она освоила брайлевский алфавит и дактильную азбуку, там получила среднее образование. Фашисты, оккупировавшие Харьков, убили шестерых из восьми воспитанников школы, но Ольге Скороходовой удалось спастись. После освобождения Харькова она уехала в Москву. Ольга Ивановна с детских лет интересовалась литературой, скульптурой, писала стихи, переписывалась с Горьким и другими деятелями культуры. С 1948 года она работала в НИИ дефектологии АПН (сейчас это Институт коррекционной педагогики РАО), в 1961 году защитила диссертацию и получила степень кандидата педагогических наук. Ее книги переведены на множество языков (монография «Как я воспринимаю, представляю и понимаю окружающий мир», в которой собраны все ее труды, вышла в 1972 году). Это было уникальное явление в психологии и дефектологии — человек, лишенный зрения и слуха, сам описывает и анализирует свое развитие.

По инициативе Ольги Скороходовой, написавшей письмо Н.С.Хрущеву, в 1963 году в подмосковном Сергиевом Посаде (Загорске) был открыт интернат для слепоглухих детей. Четверо воспитанников интерната, Наталья Корнеева, Юрий Лернер, Сергей Сироткин и Александр Суворов, стали участниками эксперимента. (Впрочем, А.В.Суворов отмечал, что сами их учителя, в частности доктор психологических наук А.И.Мещеряков, руководивший учебным процессом, слова «эксперимент» применительно к людям не любили.) Ученики освоили школьную программу и с 1971 года продолжили образование на психологическом факультете МГУ. Специально для них был сконструирован телетактор: преподаватель набирал текст на клавиатуре обычной пишущей машинки, а под пальцами у всех учеников одновременно появлялись брайлевские буквы и цифры. Были выделены средства на перепечатку лекций и специальной литературы брайлевским шрифтом, оплачены услуги секретарей.

Наиболее знаменитым выпускником этой группы стал Александр Васильевич Суворов — ныне доктор психологических наук, профессор Университета РАО, действительный член Международной академии информатизации при ООН, почетный доктор гуманитарных наук в Саскуаханском университете США. (Что касается троих его соучеников, Сергей Сироткин — кандидат философских наук, видный общественный деятель, Юрий Лернер — скульптор, Наталья Корнеева (по мужу Крылатова) — сотрудник НИИ психологии РАН, у нее две дочери, внук.) А.В.Суворов публикует статьи, дает интервью; у него есть страничка в Интернете (<http://asuvorov.narod.ru>), с помощью брайлевской приставки к компьютеру он отправляет и получает электронную почту. Год назад одна из центральных газет опубликовала большой материал, посвященный проблемам слепоглухих и Суворову лично, причем журналистка местами кое-что «домысливала». После этого в

Интернете появилась отповедь Александра Васильевича, корректная, но жесткая, чтоб неповадно было искажать информацию. В 1994 году одной из сотрудниц «Химии и жизни» доводилось встречаться с А.В.Суворовым. По ее словам, при общении с ним у зрячего может возникнуть ощущение неполноценности — но не собеседника, а своей собственной...

Как будто бы достаточно фактов, подтверждающих огромный потенциал слепоглухих. В иных научно-популярных статьях даже попадаются восторженные наблюдения вроде «дети — сенсорные инвалиды по уровню интеллекта превосходят здоровых». Очевидно, это верно по отношению к личностям, преодолевшим экстремальную ситуацию слепоглухоты, но много ли таких? Ответом может быть цитата из статьи А.В.Суворова, опубликованной в № 4 «Вопросов Интернет-образования»: «Чтобы возникли суицидные настроения, нужен высокий уровень осознания своих проблем, ясное понимание их неразрешимости. Основная масса слепоглухих до такого уровня интеллектуального развития не поднимается. Суицидные настроения — расплата за сколько-нибудь нормальный интеллект в условиях тяжелой инвалидности». Страшно, жестко сказано? Зато правдиво.

Как уже говорилось, самый первый шаг в развитии — обучение речи и начаткам логического мышления, все то, что у обыкновенных детей получается как бы само собой, — в случае слепоглухого становится особой педагогической задачей. Но это только начало. В Англии, в уже упомянутом центре при Хертфордширском университете, устроены специальные курсы тренировки осязательных способностей, где учат «читать» сложные тактильные диаграммы по различным предметам. У нас наиболее распространенный вариант трудоустройства для незрячего — изготовление металлоизделий и тому подобная простая механическая работа, притупляющая осязание. Если человек учится или занимается интеллектуальным трудом, ему постоянно необходим помощник. Между тем даже в благополучной Финляндии государство предоставляет сенсорным инвалидам возможность пользоваться услугами секретаря всего по скор минут в день.



Чтобы знакомиться с литературой по специальности, нужно заказывать ее перепечатку брайлевским шрифтом — фактически ученый должен сам себе создавать библиотеку за собственный счет. Кстати, брайлевская версия однотомного «Словаря русского языка» С.Ожегова занимает в шкафу приблизительно столько же места, сколько Большая советская энциклопедия для зрячих. (Казалось бы, судьба слепоглухого в науке — кабинетная работа. Но заметим, что никто из «четверки студентов МГУ» не стал чистым теоретиком, возможно, и потому, что практическая деятельность оказалась доступней этой самой кабинетной работы.) Текст собственной статьи, перепечатанный начисто в виде, доступном для зрячих, делается «невидимым» для автора — прелесть этой ситуации оценит любой, кому приходилось сочинять и править сколько-нибудь длинные тексты, от дипломной работы до статьи в журнал.

Понятно, что коль скоро и слепым студентам приходится нелегко, то каждый слепоглухой студент и подавно — чудо и сенсация. Но все же цель педагогики не милые сердцам газетчиков уникальные эксперименты, а помощь каждому ребенку.

Сегодня в этом могут помочь компьютеры. Нужна только брайлевская приставка, то есть устройство, способное переводить брайлевские значки в обычные буквы и обратно, соответствующее программное обеспечение — и проблем станет гораздо меньше. Пообщаться со зрячими, не владеющими дактильной азбукой? На то и электронная почта, если собеседник далеко, а если рядом, то компьютер просто станет «переводчиком». Ознакомиться с новой книгой или свежей статьей в журнале? Пожалуйста: сканер — распознающая программа — можно читать, и не надо обращаться в брайлевские типографии, которых в России, кстати говоря, буквально единицы. Организовать урок в школе? Объединяем компьютеры в локальную сеть и получаем «телетактор» на любое количество учеников. Начальное обучение с помощью компьютера тоже может стать эффективнее (в Институте коррекционной педагогики сегодня развивающим компьютерным программам уделяют много внимания). Загвоздка

одна: для человека, живущего на пенсию по нетрудоспособности, компьютер до сих пор не рабочий инструмент, а роскошь — тем более компьютер нестандартной конфигурации.

Быстро изменить эту ситуацию вряд ли получится. Как сообщила «Химии и жизни» Н.П.Лаврик, начальник технического отдела Издательско-полиграфического тифлоинформационного комплекса «Логос» Всероссийского общества слепых, компьютеры у «Логоса» частные лица не покупают, поскольку цена их — от 100 000 рублей. Заказы делают в основном организации, занимающиеся проблемами сенсорных инвалидов, но и те, как правило, привлекают спонсоров или добывают деньги у государства. Утешает одно: импортная техника дороже еще в несколько раз. А в «Логосе», как ни удивительно, компьютеры российские, от зеленоградской Лаборатории электроники «ЭлекЖест», основанной выпускниками МФТИ.

Экспозицию техники мне показывали сотрудники «Логоса» Сергей Юрин и Евгений Котляров. Пожалуй, самое удивительное здесь — это брайлевские дисплеи. Клавиатура обычного компьютера поставлена на плоский блок, у переднего края которого — черная строчка с белыми брайлевскими значками. Чем длиннее эта строчка, тем дисплей дороже: минимальный вариант — 20 знаков, а бывают и по 80. На обычном мониторе для зрячих в двух окнах DOS перемещается курсор, и брайлевская строка шевелится, как надпись на вокзальном табло, одни точки уходят вглубь, другие выступают — дисплей показывает имена файлов. Опытный пользователь считывает их легким движением пальца. Комбинации клавиш запускают команды информационной системы. Если войти в файл, строка начнет показывать текст, а отдельный значок слева — номер строки. Можно работать, можно читать.

В дисплеях тактильные модули (то, из чего сделана живая строка) — немецкие: наладить у нас производство таких тонких машинок пока не удастся. Все остальные конструктивные узлы, а также русифицированные программы — нашего производства. Дисплеи можно модернизировать, чтобы сохранялась их совместимость с постоянно обновляю-

щимся программным обеспечением — проблема, хорошо понятная и зрячим пользователям. Кстати, для зарубежных дисплеев это практически невозможно или стоит очень дорого.

К счастью, слепоглухих в мире все же меньше, чем слепых и слабослышащих. Значительная часть продукции «Логоса» рассчитана на тех, у кого есть слух. Читающие машины, магнитофоны и плееры для слепых — назначение этих приборов понятно. (Но заметим, что аудиокассеты с текстами, предназначенными для слепых, как правило, нельзя слушать на обычных магнитофонах — по ряду технических причин эта продукция пишется в особом формате.) «Электронную лупу» для слабослышащих делают тоже в «ЭлекЖесте»: на столике лежит печатный текст, над ним объектив, а на мониторе — фрагмент текста, увеличенный в 25 раз. При известной тренировке с помощью этого прибора можно не только читать, но и писать.

Техника в «Логосе» говорит человеческим голосом, начиная от лифта, объявляющего этажи, и кончая финским брайлевским принтером (отечественных пока не бывает), который докладывает, что он делает и что собирается сделать. Разговаривают, конечно, и компьютеры. Слышащие и слабослышащие люди могут пользоваться и программами с обычным графическим интерфейсом «Windows». Для этого нужна так называемая программа экранного доступа с функцией синтеза речи. (Обычно это программа JAWS в русской версии.) Машина вслух называет файлы, программы, пункты меню, к которым обращается пользователь. А чтобы человек мог самостоятельно учиться компьютерной грамоте, в «Логосе» сделали специальное пособие: на тех же листах из ПВХ — объемные изображения экранов «Windows», до боли знакомых всему цивилизованному миру, окна, значки на рабочем столе, кнопки, линейки и команды меню, прописанные по Брайлю.

Закончим эту статью тривиальным утверждением: из любого сколь угодно тяжелого положения есть выход. Причем обычно не один.

А все же хорошо, что у человека есть осязание. Страшно подумать, на что был бы похож обонятельный или вкусовой интерфейс DOS или «Windows»...





Чувство, которое всегда с тобой

Л.А.Ашкинази



РАЗМЫШЛЕНИЯ

Ванна с теплой водой

Мы можем закрыть глаза и уши, не брать ничего в рот и засунуть вату в нос, но от пятого — тактильного — чувства мы избавиться не можем. Оно сопровождает нас всегда, а искусственное его отключение влечет серьезные последствия для психики. Впечатляюще и со знанием дела рассказано об этом у Станислава

Лема. Испытуемого погружают в ванну с теплой и подсоленной — для уравнивания тела — водой.

«Прежде всего он перестал ощущать положение собственного тела, рук, ног. Он еще помнил, в какой позе он лежит, но именно помнил, а не ощущал... он обнаружил, что у него уже нет ни туловища, ни головы — вообще ничего... Нечем было шевельнуть: руки исчезли... Он распался на независимые друг от друга доли темноты, которые парили, как беспорядочно взлетающие клочки обуглившейся бумаги. И в этих мельканиях и взлетах было непонятное напряжение, усилие, будто при смертельной болезни, когда сквозь мглу и пустоту, прежде бывшие здоровым телом и превратившиеся в бесчувственную стынущую пустыню, что-то жаждет в последний раз отозваться, добраться до другого человека, увидеть его, прикоснуться к нему... Потом и это распалось — остался только страх, который не рассеялся даже тогда, когда тьма задрожала, как в ознобе, от бледного мерцания...»

Под осязательными, или тактильными (от латинского *tactilis* — осязаемый), следует понимать два разных ощущения — давления и температуры. Обычно, когда говорят об осязании, имеют в виду именно ощущение давления, прикосновения. Видимо, это происходит оттого, что при прикосновении мы сначала ощущаем давление, касание, и лишь при более тесном контакте — температуру поверхности (заметим, что ощущение тепла может возникать и без касания, кожа способна нагреваться излучением). Далее мы будем говорить именно об ощущении давления. Что касается ощущения боли, которое появляется при высоких давлениях, то оно возникает не только при касании и становится некоторой общей характеристикой разных сигналов, поступающих в мозг. Причем, скорее всего, указанием на превышение некоторого порога.

Ничего странного в том, что человек с отключенными внешними сигналами переживает страсти, описанные Лемом, нет. Человек все время чего-то касается, что-то трогает, видимо, именно поэтому исчезновение тактильных сигналов становится серьезным испытанием для организма. Об их важности говорит и тот поразительный, но общеизвестный факт, что человек, лишенный с детства зрения и слуха, может быть воспитан и образован так, что в общепринятом — не физиологическом, а психологическом — смысле слова будет человеком.

Здесь напрашивается фраза типа «от тактильного анализатора человек получает столько-то процентов информации». Но мы этой фразы не напишем. Потому что этих процентов никто не

мерил, а подобные пассажи в прессе свидетельствуют лишь о том, что у некоторых работников СМИ, как говорила моя мать, «язык без костей». Это, конечно, немного грубовато, но зато физиологически точно.

Как оно устроено

Ощущения разделяют нашу психику и внешний мир, или, с равным успехом можно сказать — соединяют нас с ним. Сложность изучения ощущений видна, в частности, из того, какие слова мы используем для их описания. Для тактильных ощущений мы используем двойной словарь — частью физической (поверхность твердая, неровная, мягкая, упругая, жесткая, шершавая, мятая, пластичная, гладкая, кусачая, шероховатая), частью «объектный» (поверхность жирная, маслянистая, чешуйчатая, узловатая, пористая, ворсистая, бархатистая, бугристая, шерстистая, роздреватая, кожистая, пушистая, ребристая, губчатая). Заметим, что для зрительных ощущений люди тоже используют и специальные термины (синий, красный), и названия объектов (фиолетовый, маренго).

Рецепторы прикосновения (тактильные) бывают нескольких видов: одни из них очень чувствительны и возбуждаются при деформации кожи всего на 0,1 мкм, другие возбуждаются лишь при значительном давлении.

В среднем на 1 см² приходится около 25 тактильных рецепторов, однако на коже лица, пальцев, на языке их гораздо больше. Кроме того, к прикосновениям чувствительны волоски, покрывающие 95% нашего тела, поскольку у основания волосков находятся тактильные рецепторы. Им мы обязаны удовольствием от «поглаживания по головке».

Тактильный анализатор особенно сильно реагирует на неравномерность деформации кожи. Если давление действует на большую поверхность, то интенсивность ощущений будет меньше в середине площадки, а больше — по краям. При опускании руки в воду или ртуть давление ощущается только на границе жидкости, то есть там, где кривизна поверхности кожи наиболее велика. Равномерно распределенное по нашей коже атмосферное давление мы не чувствуем потому, что в этих условиях не изменяется кривизна поверхности кожи. Логика природы проста: наиболее опасно для человека касание острым предметом, вызывающее неравномерную деформацию, — вот на нее и надо реагировать. Естественно, интенсивность ощущения зависит от скорости, с которой совершается деформация кожной поверхности: чем быстрее, тем сильнее ощу-

щение. Сила ощущения зависит и от других факторов — например, от температуры кожи и от других сигналов, поступающих в организм. Скажем, при умеренной освещенности тактильный анализатор восприимчивей, чем при слабой и сильной. Играют свою роль и психологические факторы: степень неожиданности, ожидание опасности.

Какие они?

Тактильную чувствительность обеспечивают рецепторы нескольких типов. Во-первых, это тельца Пачини, подробно изученные в 1835 году итальянским ученым Ф.Пачини. Их размер 0,5–3 мм, а состоят они из капсулы, образованной концентрически расположенными пластинками эндотелиообразных клеток, и центральной части с погруженными в нее разветвлениями нервного волокна. Тельца Пачини быстро передают в мозг информацию о касании и отключаются.

Второй тип рецепторов — свободные нервные окончания. Чувствительность и скорость передачи у них меньше, но при постоянном воздействии они не отключаются, а продолжают посылать сигналы в мозг. Поэтому вы не только быстро понимаете, что на вас сел комар, но и не забываете, что сидите на стуле.

Третий тип тактильных рецепторов — это тельца Мейснера. Они были открыты немецким ученым Г.Мейснером (1829–1905); подробно изучены русским гистологом А.С.Догелем (1892). Эти рецепторы — маленькие, их длина 40–180 мкм, а ширина 30–60 мкм. Состоят из клеток нейроглиальной природы и разветвлений нервных волокон. У человека этих клеток больше всего в коже пальцев рук и ног. Кроме того, они образуют зону G (зону Граффенбурга), участок нижней трети передней стенки влагалища, обладающий высокой эротической чувствительностью.

Четвертый тип тактильных рецепторов — тельца Меркеля, рецепторные клетки в глубоких слоях эпидермиса кожи. Открыты в 1875 году немецким гистологом Ф.Меркелем и подробно изучены тем же А.С.Догелем (1903). Эти клетки найдены в особо чувствительных участках кожи, например в губах. Они окружены тончайшими окончаниями чувствительных нервов.

«Сущность человека... в способности привыкать ко всему»

На это свойство человека обратил внимание известный медик Будах Ируканский. Вот как оно реализует-

ся в сфере тактильных ощущений. При постоянной интенсивности раздражителя ощущение через некоторое время ослабевает, а иногда исчезает совсем. Человек чувствует прикосновение и давление одежды и обуви лишь в момент надевания (если давление не слишком велико). Давление часов на поверхность кожи руки или очков на переносицу через некоторое время тоже перестает чувствоваться. Это нельзя объяснить переключением внимания, ибо фиксация внимания не может возобновить ощущения, как это происходит, например, при работе слухового анализатора. Высокая чувствительность тактильного анализатора именно к изменению давления, а не к его абсолютной величине лежит в основе способности различать отдельные прикосновения, быстро следующие одно за другим. Эта способность измеряется частотой раздельно воспринимаемых прикосновений зубцов вращающегося колесика к одному и тому же месту кожи. Если для болевых ощущений порог слияния раздельных ощущений в непрерывное — три раздражения в секунду, а для тепловых воздействий — два в секунду, то чисто тактильные воздействия кончик пальца различает как отдельные при 300 прикосновениях в секунду.

Пороги тактильной чувствительности

Тактильная чувствительность характеризуется порогом интенсивности (абсолютным и относительным), пространственным и временным разрешениями. Про временное разрешение написано выше.

Абсолютный порог тактильной чувствительности определяется давлением, при котором испытываемый чувствует воздействие. Вот соответствующие данные для разных участков тела (в мг/мм²).

Кончик языка	2
Кончик пальцев	3
Поверхность десны	4
Тыльная сторона ладони	5
Ладонная поверхность предплечья	8
Тыл кисти	12
Икры ног	15
Поверхность живота	26
Тыльная поверхность предплечья	35
Поясница	48
Плотная часть подошвы	250

Иногда как пример высокой чувствительности тактильного анализатора приводят то, что человек ощущает касание паутины. Но простая оценка на уровне школьной механики показыва-

ет, что в этом случае давление составляет десятки и сотни мг/мм².

Что касается относительного порога интенсивности для тактильных ощущений, то человек замечает, что давление изменилось, если это изменение составило не меньше 6%. Наибольший же разрыв между порогом чувствительности и порогом боли имеет место на кончиках пальцев, которые, будучи весьма чувствительными к прикосновению, относительно мало чувствительны к боли.

Пространственное разрешение определяется минимальным расстоянием между двумя точками, прикосновения к которым ощущаются как отдельные. Вот каково это расстояние для разных участков тела (в мм).

Кончик языка	1
Кожа сгибателя пальца	2
Губы	4,5
Кожа разгибателя пальца	7
Затылок	27
Шея	54
Бедро, спина	67

Пространственное разрешение зависит не только от расположения рецепторов — если раздражать две точки не одновременно, а по очереди, то разрешение возрастает. Следовательно, оно зависит и от обработки сигналов.

Анализатор поддается тренировке, например, в 1945 году физиологи писали: «Примером этого может служить работа прежних волжских агентов по скупке зерна, которые на ощупь очень быстро распознавали тончайшие оттенки в качестве зерна, приходившего на пристани» (Л.М.Веккер. Психика и реальность. М.: Смысл, 1998). Известен рост тактильной чувствительности у текстильщиц, при операциях сборки различных точных приборов, у профессионалов-взломщиков. К вопросу о тренировке тактильного анализатора мы еще вернемся.

Хотя мы все время говорим о человеке, он тоже не с луны упал. Если человек произошел от обезьяны, то именно ей он должен сказать спасибо за удовольствие гладить и кошку, и существо своего вида. Ибо у обезьян (в отличие от большинства животных) имеются пальчики, причем с высокой тактильной чувствительностью. Животные, чтобы лучше исследовать предмет, берут его в рот (эту привычку унаследовал у них человеческий детеныш). У человека чувствительность пальцев выше, чем губ, и уступает лишь языку, незнакомую вещь мы зачастую стремимся потрогать, покрутить то, что крутится, нажать то, что нажимается... Более того, некоторые биологи считают, что процесс превращения обезьяны сами знаете в кого



РАЗМЫШЛЕНИЯ

был связан с возникновением нового канала информации об окружающем мире — чутких пальцев. А умение применять школьную механику, то есть вычислять траекторию полета и прочность ветки, возникло в связи с большой массой тела у высших обезьян. Каким, если верить биологам, случайностям мы обязаны возможностью в итоге читать журнал «Химия и жизнь»!

Мир трехмерен

Представим себе, что мы в темноте ощупываем куб. Откуда мы узнаем, что это куб? Из положения наших пальцев. А если мы проводим по его поверхности одним пальцем? Из положений этого пальца во время движения (а их узнаем из напряжения мышц). А если мы не проводим пальцем по грани, потом через ребро по следующей грани и так далее, а, оставляя палец на месте, перемещаем куб по пальцу — гранью, ребром, опять гранью? С точки зрения школьной механики результат должен быть тем же (принцип относительности Галилея), и он действительно оказывается тем же, но по более сложным причинам. Когда поверхность скользит по пальцу, мы чувствуем, в каком направлении она скользит — из-за наличия на поверхности шероховатостей, и, когда куб проезжает ребром по пальцу, мы чувствуем, в каком направлении происходит поворот. Кроме того, из-за наличия трения кожа деформируется в касательном направлении, и это тоже порождает ощущение направления движения.

Кстати — вот два интересных вопроса: при какой шероховатости палец перестает ощущать направление движения и при какой деформации кожи человек перестает ощущать направление вращения грани? Ответ на второй вопрос связан, по-видимому, с пространственным разрешением тактильного анализатора — если площадь касания меньше разрешения, то возбуждается один рецептор и определить направление вращения нельзя. Ответ на первый вопрос не известен, и получить его экспериментально было бы весьма трудно — надо исключить тре-

ние, а как это сделать? Заметим, что понижения шероховатости для этого не достаточно.

Тактильность, мышь и пилот

В одном из социологических исследований респондентов спрашивали: случается ли вам при покупке каких-либо вещей проводить по ним рукой, как бы поглаживая? Наверное, было бы проще и надежнее получить эти данные наблюдением в магазинах, но идея здесь вполне прозрачна. Если люди действительно пробуют какие-то вещи на ощупь, то это должно учитываться при их изготовлении и в рекламе. Причем очевидно, что такие вещи есть — усомнится ли кто-нибудь, что фактура поверхности важна для шариковых и перьевых ручек, для женских сумочек, для белья? Есть ситуации посложнее. Например, бытует такое выражение: «Приятно взять в руки». Употребляют его при разговоре о книгах, причем в переносном смысле. Но только ли в переносном? В полиграфии иногда используют технологию, позволяющую сделать обложку не глянцевой и даже не гладкой, а чуть-чуть шероховатой, «микробархатистой». Это дорогая технология, и, если издатели ее используют, значит, неспроста.

А недавно появились тактильные компьютерные мышки. Такая мышка передает на палец ощущение «отдачи» при компьютерных играх со стрельбой, а также реагирует, когда курсор наезжает на «кнопку» или иные объекты на экране. Говорят, интересное ощущение, и это облегчает работу, особенно если «кнопки» на экране маленькие. Мышь умеет изображать жесткую и мягкую, гладкую и шероховатую поверхность. Можно, например, настроить мышь на жесткие, высокочастотные, быстро затухающие колебания при перемещении курсора на пиктограмму и на эластичную (мягкую, низкочастотную, продолжительную) реакцию при выборе пунктов меню.

Вообще-то о важности передачи тактильных ощущений для систем виртуальной реальности можно и не говорить — здесь все очевидно. И хотя технические трудности велики, но они будут преодолены. Спрос рождает — да, да, именно его, предложение. Похоже, что с течением времени инженеры будут все чаще прибегать к тактильному каналу передачи информации. Так что эта мышка — так сказать, только первая птичка.

Когда статья уже готовилась к печати, появились сообщения, что тактильные сигнализаторы начали применять для передачи информации пилотам самолетов. Прикиньте — слишком рез-

ко снижаешься, а тебе в сиделище втыкается игла... На самом деле не все так страшно. Создатели устройства (лаборатории медицинских исследований морской авиации США) сообщают, что в охлаждающий жилет пилота вмонтированы толкатели, вибрация которых сообщает пилоту об отклонении от курса. Стоимость жилетика от данного кутюрье несколько тысяч долларов, и уже сейчас говорят, что, скорее всего, дети получают эти жилеты раньше, чем пилоты, поскольку доходы в этом секторе будут больше.

Игры — играми, но то, что для одних — игрушка, для других — острая необходимость. На рынке уже появилась компьютерная мышь, преобразующая информацию на экране в знаки азбуки Брайля, формирующиеся прямо на поверхности мышки, под пальцем пользователя. А пейджеры с вибрационным известным давно...

Если себя не жалеть...

...то тактильную чувствительность можно изменять. Карточные шулеры, случилось, утоньшали кожу на подушечках пальцев — понятно, для чего. Скалолазы смазывают их йодом — с обратной целью. Иначе больно хвататься за камни, особенно, если на первую фалангу приходится вес тела. Соединительная ткань (послеоперационный рубец) и мозоль (на ребре кисти у каратиста) не имеют тактильной чувствительности.

Впрочем, развить тактильное чувство можно и без хирургии. Для начала надо просто стараться к этим чувствам прислушиваться. Например, для лучшего восприятия картин искусствоведы советуют представлять себе ощущения, которые возникали бы при касании к тем или иным изображенным на картине поверхностям.

Развитие тактильного воображения

Как и любую способность, его можно развивать. Вот какие упражнения рекомендуют для этого.

Перемещение

Представьте с закрытыми глазами, что на кисть руки садится божья коровка и ползет к сгибу локтя по обнаженной руке или что-либо в этом роде.

Движение

Медленно проведите кисточкой или перышком от кисти до локтя. Попытайтесь восстановить эти ощущения. Помогайте себе представлением, что вы ведете кисточкой по руке. Проработайте таким образом все части тела: руки, ноги, туловище, лицо.

Прикосновение

Положите левую руку ладонью вверх. Правой рукой возьмите предмет и положите его на ладонь левой руки. Средоточьтесь на ощущениях, которые исходят от предмета, затем уберите его и попытайтесь с закрытыми глазами восстановить ощущения, помогая зрительным представлением. Таким образом, надо «пропустить» через ощущения 20–30 различных предметов, проработав все части тела.

Письмо

Попросите, чтобы вам кисточкой на теле «писали» печатным или прописным шрифтом буквы алфавита (вразброс). Когда сможете читать буквы, переходите к слогам, затем к словам, словосочетаниям, предложениям и текстам. Надо не только прочитать букву, но и вызвать устойчивое ощущение. В идеале вы должны чувствовать на теле весь текст.

Касание

Возьмите линейку (или другой предмет) и мягко ударьте себя по руке, стараясь как можно быстрее и четче восстановить ощущения после прикосновения. Постарайтесь натренироваться до уровня, когда ощущения будут повторяться мгновенно и по желанию. За время тренировок нужно поменять 20–30 различных предметов (ремень, вату, иглу и т.д.). Повторяйте для разных частей тела.

Синхронизация тактильного и зрительного (слухового) восприятия

Приготовьте 30 дощечек размером 10 × 20 см и следующие материалы: клеенку, вату, мягкую материю, жесткую, пшено, горох, спички и так далее. Наклейте один-два слоя на каждую дощечку, приготовьте тридцать слов или открыток. Попросите, чтобы вам медленно диктовали слова или смотрите по очереди на открытки в каком-то осмысленном порядке. Во время запоминания каждого слова или открытки проводите пальцами по дощечкам, одно слово или открытка — одна дощечка. После запоминания попросите, чтобы дощечки поменяли местами. Теперь воспроизведите слова



(или разложите открытки по порядку), раскладывая по порядку и дощечки. Тренируйтесь полтора-два часа в день в течение одной-двух недель, и, называя слово, вы начнете ощущать прикосновение к телу дощечки, соответствующей этому слову. Необходимо проработать все тело.

Изменение ощущений

Прикоснитесь ладонью к деревянной дощечке, уберите ладонь, вспомните ощущение и распространите его на все тело. Удерживайте его в течение 30–40 минут. Представьте и почувствуйте на теле участок, к которому прикоснулись ватой. Возник очаг «мягкости». Теперь представьте, что этот очаг начал распространяться и охватил все тело.

Все упражнения надо делать после расслабления. Переходить от одного упражнения к другому следует после достижения четких и устойчивых ощущений в предыдущем упражнении, причем в упражнениях, где имеется зрительный образ, желательно, чтобы вы его видели с открытыми глазами.

Сегодня, впрочем, не вполне понятно, чего именно можно достигнуть с помощью таких упражнений на бытовом уровне, хотя некоторые женские журналы рекомендуют подобные упражнения для развития сексуальной чувствительности. Можно предположить, что они не повредят и мужчинам. В конце концов, пригодятся для пользования компьютером: хотя устройства для передачи тактильных сигналов из компьютера человеку существуют пока в единичных экземплярах, но, если инженеры до чего-то дорвались, прогресс не остановить. Кроме того, подняв свой уровень по части восприятия тактильных ощущений на недостижимую высоту, вы можете расширить диапазон своего восприятия, научиться вживаться в тот или иной литературный или живописный образ.

«Ад — это Другие»

Жан Поль Сартр, который это сказал, был, конечно, пессимист. Но очевидно, что другие — это сложно. Посмотрим, как это проявляется в тактильной сфере. Прежде всего, наличие

именно тактильных ощущений отличает секс «вживую» от суррогатов — книг, кинофильмов и журналов. Эта тема многократно использовалась в фантастике, причем все основополагающие аспекты были рассмотрены Станиславом Лемом аж в 1962 году («Сумма технологии», перевод на русский — 1965–1968 годы). Визуальные и слуховые ощущения моделируются тривиально, вкусовые участвуют сравнительно редко, а запах — хотя он может и подавлять влечение, и возбуждать — вообще не обязателен. Более того, очевидно, что не обязательны визуальные и слуховые ощущения. Но без тактильных ощущений не обойтись, причем в данном случае они имеют интересную особенность.

Когда мы смотрим на стол, у большинства из нас не возникает чувства, что стол смотрит на нас. Когда мы имеем дело с кошкой, дело обстоит уже не совсем так. Тем более когда смотрим на человека или касаемся его. В этом случае одновременно имеют место два ощущения — «я касаюсь ее» и «она касается меня» (уважаемые феминистки, я формулирую свой личный опыт). В реальной ситуации можно заметить, что даже если просто палец коснулся пальца, то, хотя на уровне физиологии поступающие в организм сигналы одинаковы, восприятие зависит от того, чей палец покоился, а чей совершал движение. То есть чья была инициатива. Попутно заметим, что для точного выяснения этого вопроса «в полевых условиях» нам нужен визуальный или на худой конец слуховой анализатор. Про себя то мы знаем, тянули свои наглые лапы или нет, но бывает интересно узнать про другого...

Сегодня нет достаточно эффективного аппарата для исследования такой ситуации — может быть, именно потому, что уж очень тесно сплетено здесь психическое и физиологическое. И как всегда, там, где не ступала нога естественных наук, рвется философия. «Человек тактильно ощущает Другого как объект ощущения, то есть внешне-тактильно, при этом в самом касании ощущает себя как субъект касания, то есть внутренне-тактильно. Само тактильное ощущение Другого

он не может воспринимать непосредственно, но может ощущать его потенциальное присутствие в касании... Если двойное схватывание есть единство внутренне-тактильного и внешне-тактильного ощущений, то практика касания будет представлять собой череду перескоков с одной позиции восприятия на другую, т.е. из внутренне-го восприятия собственного тела — во внешнее, из внешнего — во внутреннее... поскольку в этом чередовании внешних и внутренних позиций касания идет речь только об актуальной и потенциальной пространственности моего собственного тела — касающегося-касаемого, то мы получаем его образ не единым и слитным, а в виде пористого бытия, так как все эти перескоки из внешнего во внутреннее и обратно вызываються разрывами и пустотами между двумя видами касания, не сводимыми друг к другу и вместе с тем свержающимися в одном телесном регионе...»

Естественно, наши братья-философы (В.Подорога, М.Мерло-Понти) используют — у них издавна так принято — новую философскую категорию, «складку». Они пишут так: «Ее наличие делает принципиально отличным тактильную данность одушевленного тела от тактильной данности неодушевленного тела. Это наличие указывает в тактильном восприятии на неявленное актуально внутренне-тактильное ощущение Другого. Ощущая единство собственного тела и тела Другого в моменте касания, я совершаю перенос на собственное восприятие внутренне-тактильного восприятия Другим меня, которое было дано мне потенциально в «складке». Далее они постулируют, что только благодаря «складке» возможна сексуальность.

Подобные тексты можно воспринимать как свидетельство усилий, принимаемых философами в познании мира, и как указание для нас, приземленных естественников, на задачу — исследования и описания мира тактильных ощущений.



Елка с игрушками

K. Yamamoto et al., «Nature», 2002, v.415, p.509

С середины 80-х годов химики занимаются выращиванием молекулярных деревьев: строго контролируемым образом соединяя одни и те же или разные блоки, формируют из них разветвленные, древовидные структуры, которые получили название «дендримеров». В таких многоуровневых образованиях обычно есть плотная сердцевина (корень) и более рыхлая периферия (крона), в которой имеются полости разного размера; физические и химические свойства подобных частиц меняются от слоя к слою. Вообще иерархические системы встречаются в самых разных областях, и тут мы видим их молекулярное воплощение.

В Японии вырастили «елку», содержащую четыре слоя мономеров-иминов (см. рис.), и стали украшать ее ионами олова Sn^{2+} , добавляя в раствор SnCl_2 . Оказалось, что способность иминов присоединять положительные ионы падает по мере удаления от центра. Поэтому процесс комплексования Sn^{2+} с имином идет ступенчато (что выявили спектроскопически): сначала два иона присоединяются в самом центре (в корне), затем четыре — во втором слое, затем еще восемь — в третьем и, наконец, шестнадцать — в четвертом, что соответствует количеству атомов азота в каждом слое. Весь процесс напоминает последовательное заполнение электронами оболочек в атомах.

Добавляя к внутренним слоям этого дендримера химические группы, которые забирают у иминов электроны, удается обратить порядок заполнения слоев ионами Sn^{2+} . Значит, свойствами та-

ких молекулярных древ можно управлять, и эти структуры найдут применение в катализе, в доставке лекарств, в создании новых материалов.

Кристаллы — ленты Мебиуса

S. Tanda et al., «Nature», 2002, v.417, p.397

Немецкий математик и астроном XIX века А. Мебиус рассмотрел простую геометрическую конструкцию, названную «лентой Мебиуса». Он взял узкую полоску бумаги, перекрутил ее на 180° и склеил концы. Получилось кольцо, обладающее интересными свойствами: например, если мы начнем двигаться по его поверхности, то придем к тому же месту, откуда вышли, но с другой стороны; а если его разрезать вдоль осевой линии, то оно не распадется на два отдельных кольца, а превратится в кольцо вдвое большего диаметра. Лента Мебиуса является примером односторонних поверхностей, очень важных с точки зрения топологии. (К слову, сын Мебиуса — известный невролог написал нашумевшую в свое время книгу «О физиологической слабости женщины».)

Понятно, что перед склейкой полоску можно перекрутить на 360° и более градусов, то есть сделать один или несколько полных оборотов. Это случается и с удлиненными молекулами, полимерами, например с ДНК (тогда кольцевая ДНК сбрасывает возникшее напряжение, образуя сверхвитки). Кажется бы, с кристаллами такие фокусы невозможны, однако японские материаловеды доказали, что если кристалл растет на искривленной поверхности, то он тоже способен образовывать подобные структуры.

Они нашли способ получения монокристаллических полосок из селенида ниобия (NbSe_3), свернутых в колечки Мебиуса (если же полоски перекручиваются на 360° ,

то они принимают форму цифры «восемь»). Обычно кристаллы из этого соединения имеют вид пучков нитей, фибрилл, но исследователи выращивали их в особых условиях — они поместили пудру из частиц селена и ниобия в кварцевую трубку, выкачали из нее воздух и нагрели до 740°C , причем создали в печи сильный градиент температур. Поэтому селен находился в неравновесном состоянии, переходя из пара в жидкость и обратно. В трубке возникали селеновые микрокапельки, на поверхности которых (по их экваторам, где кривизна, а значит, и напряжение минимальны) шел рост кристаллов NbSe_3 .

Иначе говоря, капельки-шарики служили катушками, на которые наматывались растущие полоски NbSe_3 . Это вызывало в кристалле искажение межатомных расстояний, что, в свою очередь, приводило к их перекручиванию. Через несколько часов в трубке появлялись кристаллы в виде множества лежащих бок о бок отдельных колечек диаметром 50 мкм , каждое из которых представляло собой ленту Мебиуса (их наблюдали с помощью электронной микроскопии, а рентгеноструктурный анализ подтвердил наличие у них обычной моноклинной решетки).

Возможно, в таких односторонних кристаллах с неординарной топологией будут проявлять себя необычные квантовые эффекты.

Кстати, большую роль топология играет в изучении сверхпроводимости и сверхтекучести, где она описывает возникновение и поведение вихрей. Английские физики обнаружили любопытный эффект, наглядно показывающий связь сверхпроводимости, магнетизма и термодинамики.



Над сверхпроводящей керамикой из $YBa_2Cu_3O_7$, погруженной в жидкий азот ($T = 77K$), левитировал магнит из сплава $Nd-Fe-B$. На поверхности керамики из воздуха конденсировался кислород (ведь его температура кипения — $92K$), образуя капельки. А поскольку они парамагнитны, то на них действовала сила, которая толкала их вверх, к магниту, поэтому между ним и поверхностью возникал мостик из жидкого кислорода. При этом жидкость нагревалась и закипала, после чего другая капля формировала новый мостик («*Nature*», 2002, v.415, p.860).

Опасные агрегаты

M. Bucciantini et al.,
«*Nature*», 2002, v.416, p.507;
D. Walsh et al., p.535

Функцию белка определяют его трехмерная структура, возникающая в результате сворачивания полипептидной цепи (ее фолдинга). Известны глобулярные белки, например токсины, выделяемые болезнетворными бактериями, которые тем или иным способом нарушают функционирование клетки. Но в последнее время ученые поняли, что многие собственные белки организма могут стать ядами, если их фолдинг идет неправильно.

В ходе сворачивания цепи ее гидрофобные участки образуют контакты друг с другом, оказываясь в итоге внутри глобулы. Но пока ее формирование не закончено, такие участки разных одновременно синтезируемых в клетке цепей могут слипаться друг с другом, в результате чего возникают агрегаты, из которых затем возможно образование фибрилл. А чтобы этого не произошло, «липкие» участки до поры до времени прикрыты вспомогательными белками-шаперонами (см. «Химию и жизнь», 1994, № 7). Если тут происходит сбой, то образующиеся

агрегаты приводят к белковым отложениям, которые вызывают в организме различные патологии, например болезнь Альцгеймера.

Важно, что агрегаты и фибриллы могут формировать в определенных условиях десятки совершенно разных по своему аминокислотному составу белков. Оказалось, что для этого требуются лишь наличие в них бета-складчатых листов и способность связывать некоторые простые молекулы (красители).

Итало-английская группа биохимиков обнаружила, что два глобулярных протеина — бактериальный регуляторный белок HupF и бычий протеин киназа становятся для мышинных клеток в культуре токсичными, если *in vitro* из них удается получить агрегаты, причем сами конечные фибриллы безвредны. Авторы второй статьи (американо-ирландская группа) изучали роль агрегатов в развитии болезни Альцгеймера и выяснили, что димеры и тримеры пептида бета-амилоида (см. «Новости науки» в № 3 за этот год и статью Эммы Хокли в № 10, 2000), будучи введенными в мозг крысы, нарушают в нем работу синапсов, хотя мономеры и фибриллы — нет.

Это говорит о том, что разрушительное действие оказывают не до конца свернувшиеся цепи, белки-полуфабрикаты, из которых образуются агрегаты. Значит, нужны лекарства, предотвращающие их появление или разрушающие уже возникшие агрегаты. И тут уже достигнуты успехи: найдены соединения, которые делают нестабильными возникшие пептидные конгломераты и способствуют очищению от них организма. Так, исследователи из нескольких стран в ходе скрининга обнаружили, что димеры из аминокислоты пролина *in vitro* и *in vivo* образуют комплексы с агрегатами бета-амилоида. Такие комплексы

быстро выводятся из крови и разлагаются в печени. Уже проверили их действие на людях и тоже получили положительный результат («*Nature*», 2002, v.417, p.254).

Наказание проказой

A. Rambukkana et al.,
«*Science*», 2002, v.296, p.927

Проказа, или лепра, — хроническое инфекционное заболевание, вызываемое *Mycobacterium leprae*. Оно приводит к разрушению периферийных нервов, которое сопровождается потерей чувствительности, частичным параличом, деформацией частей тела.

В древнем мире и в средние века проказа была широко распространена, особенно в странах с жарким климатом (много упоминаний о ней в Библии; так, ею заболела сестра Моисея Мариам, когда Бог наказал ее за несправедливый ропот на брата, но Моисей исцелил ее). Сейчас болезнь в основном побеждена, однако в Африке и Азии есть более двух миллионов больных, которых содержат в лепрозориях. Проказа передается при длительном бытовом контакте (ее инкубационный период — от 3–5 до 15 и более лет), но дети, отделенные после рождения от больной матери, не заболевают. Пока конкретные механизмы развития лепры изучены еще недостаточно.

Ранее были получены данные о том, что *M. leprae* поражают не сами нейроны, а вспомогательные шванновские клетки, одни из которых играют структурную роль, а другие ответственны за выделение миелина — жироподобного вещества, обеспечивающего электрическую изоляцию аксонов (что делает возможной передачу по ним нервного импульса). При повреждении аксонов миелин вырабатывающие клетки дедифференцируются, размножаются, а затем возвращаются в состояние, когда они способны вырабатывать миелин.

Теперь исследователи из двух университетов Нью-Йорка, работая с культурой шванновских клеток и нейронов, подтвердили, что сначала патогены не поражают выделяющие миелин клетки. Однако, взаимодействуя с мембранными рецепторами, они влияют на эти клетки, вызывая их дедифференцировку, а в этом состоянии они тоже становятся уязвимыми для бактерий. Миелиновая изоляция нарушается, а ее восстановления уже не происходит. Возникает воспалительный процесс, приводящий к разрушению нервных отростков.

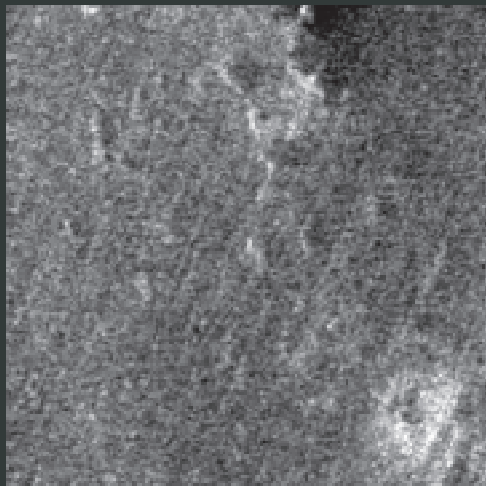
Надо отметить, что демиелинизацию аксонов наблюдают и при некоторых видах старческого слабоумия, а также при других инфекционных заболеваниях мозга. Поэтому не исключено, что тут есть некая общая закономерность, которую вскоре удастся раскрыть.

Кстати, немецкие нейробиологи изучали прохождения электрических сигналов в сети из нескольких нейронов, взятых от улитки *Lymnaea stagnalis*. Для этого они предварительно создали для нейронов матрицу — с помощью технологии получения микросхем они сделали в кремниевой пластине лунки диаметром 70–80 мкм, соединенные узкими каналами (шириной в 15 мкм). В лунках располагались отдельные нейроны, а по каналам шли их отростки, между которыми формировались контакты (синапсы). Подавая с микроэлектродов импульсы на входы сети, регистрировали их на выходе («*Adv. Mater.*», 2002, v.14, p.141).

Пока нейронный код — язык, на котором происходит передача и обработка информации в мозгу, еще не расшифрован, и исследование на малых системах клеток должно прояснить хотя бы основные правила его грамматики и синтаксиса. Постепенно сеть будут усложнять и приближать к той, что имеется у живой улитки.

Подготовил
Л. Верховский

1
Поверхность
фуллереновой
пленки



2
Мираж с малым увеличением

О.Максименко,
С.Мотылев

Электронны обратной стороны

Оптика как лицо цивилизации

Среди физиков бытует поверье: открытие оптики нового типа ведет к качественному изменению облика цивилизации. В самом деле, электронная оптика, созданная в первой трети XX века, привела к возникновению электронно-лучевой трубки. Не будь ее, и телевизор, и компьютер выглядели бы по-другому, а может, вообще не появились бы. Не было бы и электронного микроскопа. Лазеры, открытие второй половины XX века, совершили революцию в системах связи. Конец XX века — работа со сверххолодными атомами привела к достижению нового состояния материи, конденсату Бозе—Эйнштейна. Это путь к еще одной, принципиально новой оптике — оптике атомных пучков. Однако нет предела совершенству, и даже в хорошо изученной электронной оптике можно получить нечто новое.

Электрон — заряженная частица, поэтому его поведением легко управлять электромагнитным полем. Именно из поля сделан основной элемент электронной оптики — линза, которая фокусирует пучок быстрых электронов и направляет его в нужную точку, на-

пример на экран монитора. Впрочем, для полноценного управления нужны еще зеркала. Плоское зеркало для электронов известно очень давно — это пластинка с поданным на нее электрическим потенциалом. А вот сферического зеркала для электронов до недавнего времени не было. Между тем именно оно способно придать небывалую гибкость в обращении с этим частицами. Обнаружили же его случайно ученые из Санкт-Петербургского РНЦ «Прикладная химия» во главе с кандидатом физико-математических наук М.А.Ходорковским.

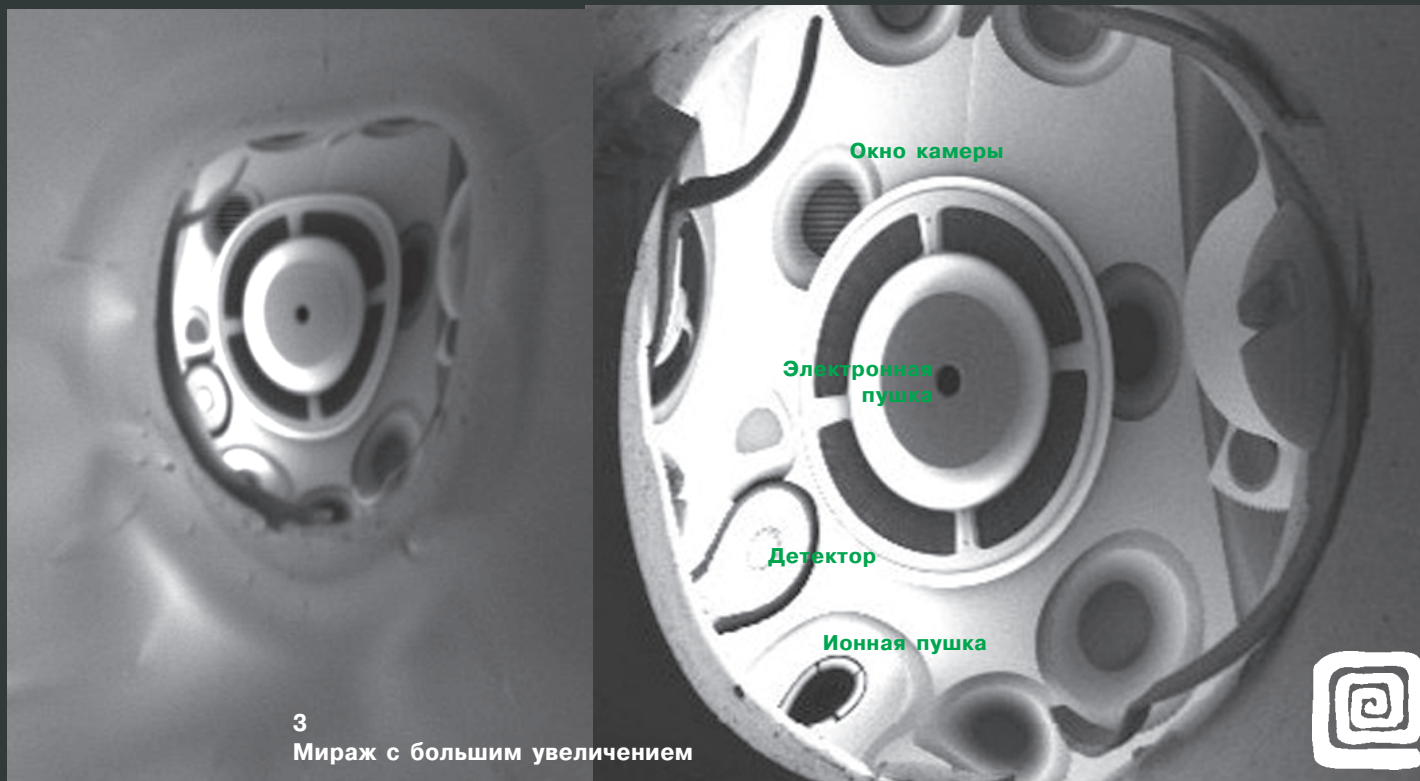
Мираж над затвердевшим паром фуллера

Санкт-петербургские ученые создавали плотные покрытия из фуллеренов. Для этого они испаряли фуллереновый порошок, а потом конденсировали его на холодной подложке. Поскольку фуллерен в нормальных условиях — твердое вещество, его молекулы собирались в кристаллы, а толщина образующейся поликристаллической пленочки была в пределах двух-трех десятков диаметров углеродных сфер. Увы, пленка выходила не очень плотной — молекулы фулле-

рена крупные, и, когда они случайно осаждаются на какую-то поверхность, между ними часто остаются зазоры — слишком большие, чтобы образовалась хорошая связь, но слишком маленькие, чтобы между ними поместилась еще одна молекула.

А что, если углеродные сферы растолкать? Фуллереновый газ стали подталкивать импульсами сжатого гелия, и его молекулы приобрели вполне достаточную энергию, чтобы растолкать ранее осевших соседей. В результате они ложились на подложку плотно, но в то же время ничего при ударе не разрушалось. Качество получаемого покрытия проверяли разными методами, в частности растровым электронным микроскопом. Картинка, которая возникала при этом на мониторе прибора, показана на фото 1.

Для отладки методики пленку фуллеренов напыляли на разные подложки, как из хорошо проводящих ток металлов, так и из диэлектриков. Одна из таких подложек, на основе фторида лития, была очень хорошим диэлектриком — электрические заряды перемещались по ней крайне неохотно. И вот когда эту подложку с плотным фуллереновым покрытием ученые стали изучать в микроскопе, то увидели мираж (фото 2). Прямо посреди изображения пленки висело нечто совершенно не похожее на привычную рябь, которую дает покрытие из углеродных сфер.



3
Мираж с большим увеличением

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

О пользе зоркого глаза

О том, сколь полезно внимательно приглядываться к результатам эксперимента, особенно если он идет не совсем так, как ожидалось, свидетельствует множество историй. Возьмем хотя бы историю открытия аргона. В 1892 году лорд Дж.У.Рэлей занялся измерениями плотности азота. Получал он его разными способами: и химической реакцией, и выделял из воздуха. Однако плотность синтетического азота все время была на десятки доли процента меньше, чем у «воздушного». Наверняка такой же результат получали многие ученые, но они не обращали на него внимания, относя к ошибкам эксперимента. Рэлей же эффектом заинтересовался и предположил, что во всем виновата примесь некоего тяжелого газа. Спустя два года У.Рамзай действительно выделил этот газ и назвал его аргоном.

История с миражом на пленке фуллерена развивалась по этому же сценарию. Если не все, то многие ученые, работающие с диэлектриками, видят похожие миражи в электронном микроскопе. И нельзя сказать, что на них не обращают внимания. Наоборот, с миражами борются, ведь они портят изображение! Поэтому образец вытаскивают из микроскопа, некоторое время держат на воздухе, а потом продолжают исследование мест, прежде закрытых миражом.

Причина появления миража понятна: на диэлектрике возникает заряд, который не дает электронам добраться до поверхности, а отражает их раньше и формирует уже какое-то другое изображение. Какое?

Вот над этим-то никто, скорее всего, и не задумывался. Не задумались сначала и герои нашего повествования, хотя мираж имел подозрительно четкие очертания. С ним поступили как обычно — вытащили образец на воздух и тем самым смыли с него локальный электрический заряд. Но оставался вопрос: а что же это такое было? Через некоторое время любопытство все-таки взяло верх. Тот же самый образец поставили в микроскоп и... ничего не увидели. Мираж отсутствовал. Тогда начали вспоминать условия предыдущего опыта и выяснили, что образец, прежде чем его начали исследовать, довольно долго простоял под прямым электронным пучком. После того как это условие воспроизвели, мираж появился, и чрезвычайно отчетливо. Степень увеличения растрового микроскопа можно изменять плавным поворотом ручки. И, как свидетельствуют очевидцы, когда изображение стали увеличивать, возникло ощущение, что на ученых из глубины дисплея медленно надвигается искусственный объект, очень похожий на летающую тарелку (фото 3). Объект имел правильные очертания, которые не свойственны электронно-микроскопическим изображениям, а его контуры

слегка колебались. Выглядело все это настолько загадочно и зловеще, что один из наблюдателей от неожиданности упал со стула. Однако, присмотревшись, ученые поняли, что в мираже они видят не излюбленный американскими кинематографистами образ электронного маньяка, а всего-навсего внутренность электронного микроскопа.

Заряд — как зеркало

Чтобы было понятно, как такое изображение смогло возникнуть, посмотрим, что же у растрового микроскопа расположено внутри (рис. 4).

Главная его часть — электронная пушка. В ней пучок электронов разгоняют до энергии в десятки киловольт. В пушке стоят электронные линзы, которые сжимают электронный пучок в луч малого диаметра. Попав на поверхность образца, эти первичные электроны выбивают электроны вторичные, и те летят в разные стороны. Часть из них попадает в детектор, который их пересчитывает и в зависимости от числа пойманных электронов формирует на изображении пятно той или иной яркости. А положение этого пятна соответствует той точке на образце, куда в данный момент светит электронный луч. Пучок первичных электронов обегает всю поверхность образца, и на экране монитора возникает изображение. Поскольку направление

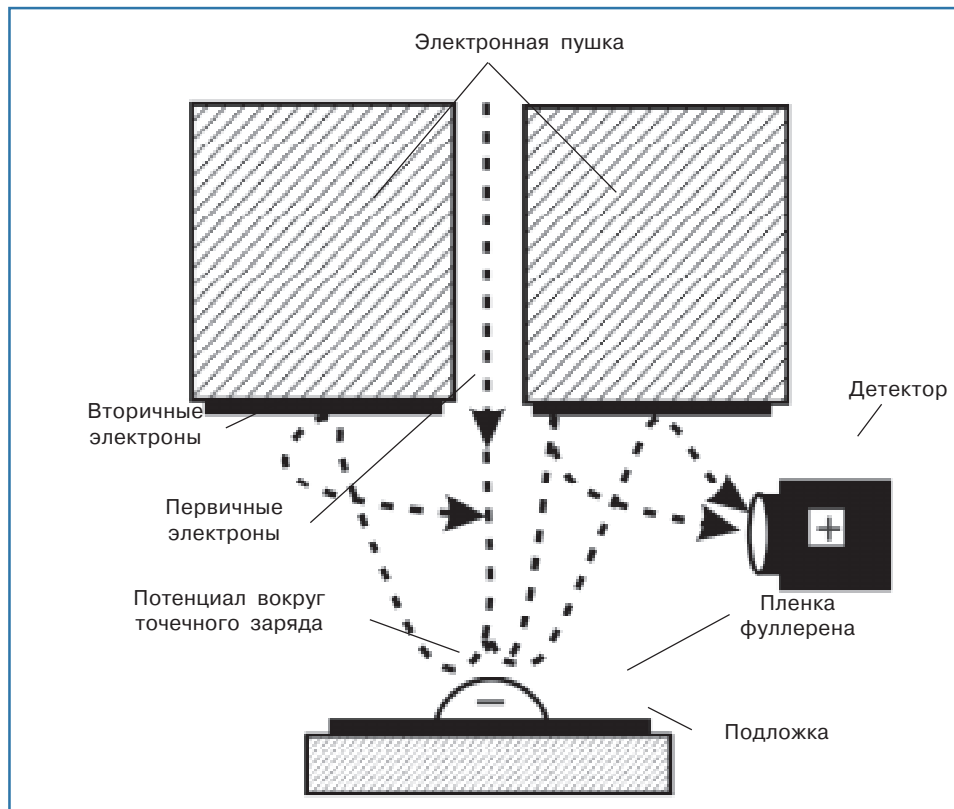
4 Схема растрового микроскопа

разлета вторичных электронов зависит в конечном счете от того, как наклонена поверхность образца в изучаемой точке к пучку первичных электронов, на этом изображении будет виден рельеф поверхности.

Помимо детектора, формирующего изображение, в микроскопе могут быть другие детекторы. Например, такой, который анализирует спектр вторичных электронов и определяет химический состав в данной точке. Есть еще и ионная пушка — она предназначена для ионного травления образца.

Вот эти детали и удалось разглядеть на мираже. При этом они выглядели так, будто отражались в кривом зеркале. Более того, оказались видны не только детектор, который формирует изображение, но и окошко камеры, расположенное существенно выше него. Объяснение миражу могло быть только одно: на образце имеется точечный заряд большой мощности. Он создает кривое зеркало, от которого отражаются первичные электроны.

Это зеркало — не вещественное. Оно представляет собой электрическое поле, которое подобно сфере окружает точечный заряд. Чем ближе к нему, тем выше потенциал поля. Быстрый электрон проникает внутрь этой сферы до тех пор, пока его кинетическая энергия не окажется меньше энергии электростатического отталкивания. Достигнув области поля с достаточно большим потенциалом, он отразится, причем угол отражения, как и положено, будет равен углу падения. Значит, от сферы, на поверхности которой потенциал достигает этого критического значения, первичные электроны закономерно полетят во все стороны. Долетев до стенки камеры микроскопа или какого-либо расположенного в нем объекта — детектора, электронной пушки, ионной пушки и всего прочего, — он породит вторичный электрон. Этот электрон либо сразу попадет в детектор, либо станет отражаться от стенок камеры и тоже в конце концов попадет в детектор. Поскольку его энергия не очень велика, новые вторичные электроны он выбить не сможет и сохра-



нит информации о том месте, из которого вылетел. Вот эту информацию детектор и фиксирует, а пятно соответствующей яркости на изображении образца поставит там, куда в данный момент светит электронный луч. Именно так формируются миражи на зарядах диэлектрика, только на фуллереновой пленке заряд оказался мощным и, самое главное, стянутым в малую точку. Если же заряд нестабилен и со временем размывается, то изображение искажается столь сильно, что на нем невозможно ничего разглядеть (фото 5). Поскольку обычно на диэлектриках заряды нестабильны, никто и не обращал внимания на отражения внутренности микроскопа в миражах над ними.

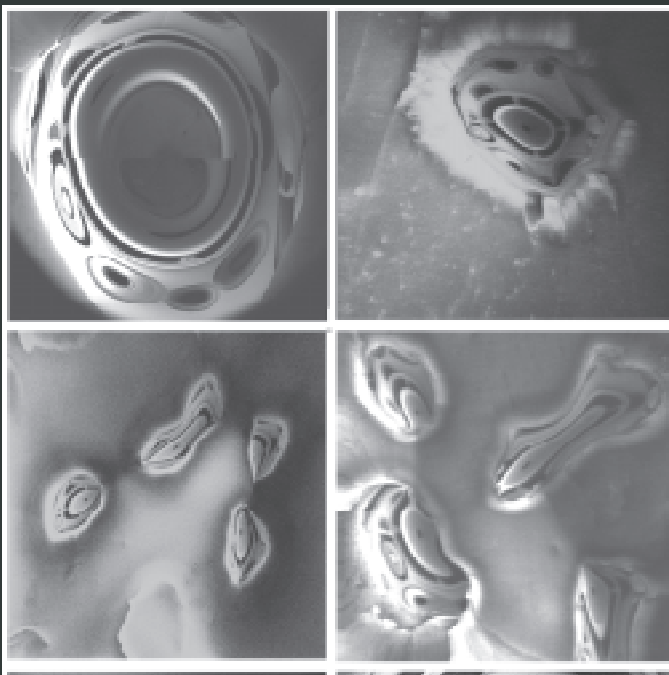
Прибор нового типа

Сферическое электронное зеркало оказалось очень интересной деталью прибора. Увеличивая энергию первичных электронов, удалось изменить его кривизну — более быстрые электроны проникают глубже внутрь сферического поля и отражаются от сферы с меньшим диаметром. А чем больше кривизна зеркала, тем меньшие детали можно разглядеть на изображении. В частности, ученые разглядели сеточку на отверстии детектора, которая сделана из провололочек толщиной в десяток микрон. Этим же очень кривым зеркалом даже заглянули внутрь электронной пушки и разглядели там спираль, которая излу-

чает первичные электроны. То есть на макроскопическом объекте можно выбрать интересующую область и рассмотреть ее с точностью до микронных деталей.

Очень интересный опыт удалось поставить с окошком камеры. Электроны оказались очень чувствительны к малейшему изменению потенциала электрического поля — они реагировали даже на столь слабое поле, которое окружает тело человека. Во всяком случае, след от руки, наложенной на стекло, увидеть было можно. Увы, ученые из центра «Прикладной химии» приборы не разрабатывают, поэтому пока что уникальное сферическое зеркало для электронов служит чем-то вроде занятой игрушки: понятно, что с ней можно сделать много чего интересного, но вот что именно и кто будет делать — не ясно.

Среди разных идей есть, например, такие. В космосе электроны способны распространяться на огромные расстояния, не сталкиваясь ни с чем. Электронное зеркало может давать закономерно расходящийся во все стороны пучок быстрых электронов и зондировать объекты, расположенные на гигантских расстояниях. В ЦЕРНЕ сейчас монтируют новый ускоритель. Одна из задач, связанная с работой на нем, — разделение потоков заряженных частиц по энергиям. Сферическое электронное зеркало как будто специально приспособлено для решения этой задачи — частицы с разной энергией будут отражаться от сфер потенциала с разным диаметром, и поток, как в призме, раз-



5
Деформация
изображения
при растекании
заряда



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

С.Алексеев

Полет на антипротонах

ложится на электронную или ионную радугу. То, что сферическое электронное зеркало способно создавать изображение слабых полей, например, человеческого тела, дает в руки ученых, работающих с этими плохо уловимыми объектами, уникальный прибор

Но вернемся к главному. В основе электронного зеркала — все-таки плотная фуллереновая пленка, которую после многочисленных поисков научились синтезировать санкт-петербургские химики. Именно на ней удастся в малой области сконцентрировать большой электрический заряд, и, как оказалось, в течение нескольких суток он никуда не денется, не растечется по всей поверхности. Более того, облучая электронным пучком разные места пленки, можно создать несколько зарядов, и не просто создать, а закономерно расположить их относительно друг друга. Тогда получится поле не сферической формы, а какой-то более сложной конфигурации, которая будет по-своему фокусировать или рассеивать пучок электронов. А это уже путь к новым оптическим элементам, рядом с которыми призмы и выпукло-вогнутые зеркала покажутся чем-то грубым и примитивным.

Работы по созданию и исследованию пленок фуллерена с необычными свойствами получили поддержку как РФФИ (проект №01 — 03 — 33162), так и Министерства науки России по программе «Фуллерены и атомные кластеры».

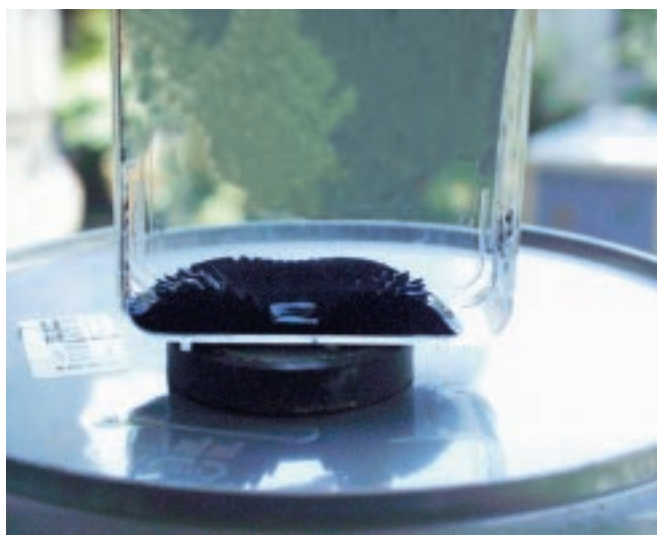
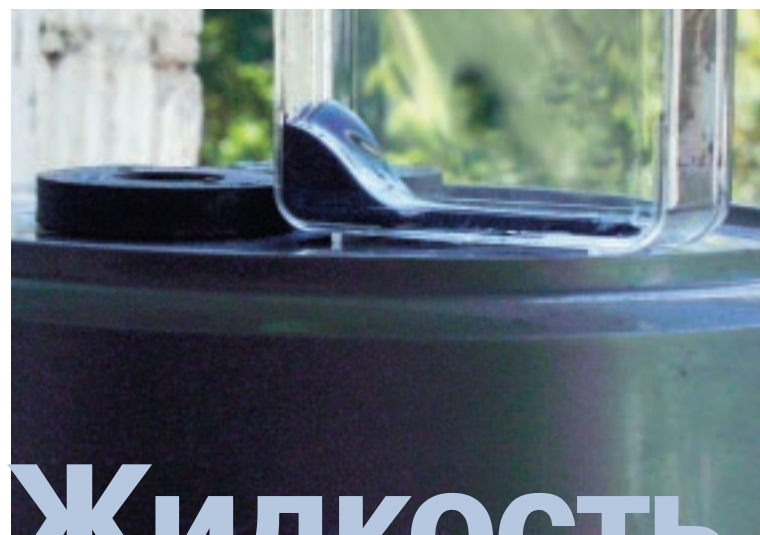


Как долететь до Марса за месяц? Для этого нужно придать космическому кораблю хороший импульс. Увы, лучшее имеющееся в распоряжении человека топливо — ядерное — дает удельный импульс в 3000 секунд, и полет растягивается на долгие месяцы. А нет ли под рукой чего-то более энергичного? Теоретически — есть: термоядерный синтез; он обеспечивает импульс в сотни тысяч секунд, но человек им управлять пока что не умеет.

Альтернатива — использование антивещества. Этот прием дает даже больший импульс — в миллионы секунд. Одна беда — за год физики на ускорителях в иллинойской Лаборатории Ферми и в швейцарском ЦЕРНЕ совместными усилиями нарабатывают не более двух десятков нанограмм антипротонов. А что, если бы счет пошел на десятки микрограммов? Тогда, считают физики из Пенсильванского университета (США), удалось бы за полсотни лет преодолеть расстояние в десять тысяч раз большее, чем от Земли до Солнца, и добраться до границ Облака Оорта, откуда к нам, согласно некоторым гипотезам, прилетают кометы. И не просто добраться, а закинуть туда 240 килограмм оборудования.

Согласно их расчетам, двигатель на антиматерии будет работать так. Сначала в нем создают два облака из нескольких триллионов антипротонов, которые от соприкосновения с материей удерживает электромагнитная ловушка. Потом между ними вводят частичку топлива весом в 42 нанограмма. Она представляет собой капсулу из урана-238, в которую заключена смесь дейтерия и гелия-3 или дейтерия и трития. Антипротоны моментально аннигилируют с ядрами урана и вызывают их распад на фрагменты. Эти фрагменты, вместе с образовавшимися гамма-квантами, так сильно разогревают внутренность капсулы, что там начинается термоядерная реакция. Ее продукты, обладающие огромной энергией, еще сильнее разгоняются магнитным полем и улетают через сопло двигателя, обеспечивая космическому кораблю неслыханную тягу.

Что же касается полета к Марсу за один месяц, то для него американские физики рекомендуют использовать другую технологию — ядерное деление, катализируемое антипротонами. Тогда на весь полет потребуется 140 нанограммов антипротонов. Правда, тут не обойтись без загрузки на корабль радиоактивного топлива.



Жидкость, которая твердеет в магнитном поле

**И.И.Сенатская,
Ф.С.Байбуртский,** РХТУ им. Д.И.Менделеева



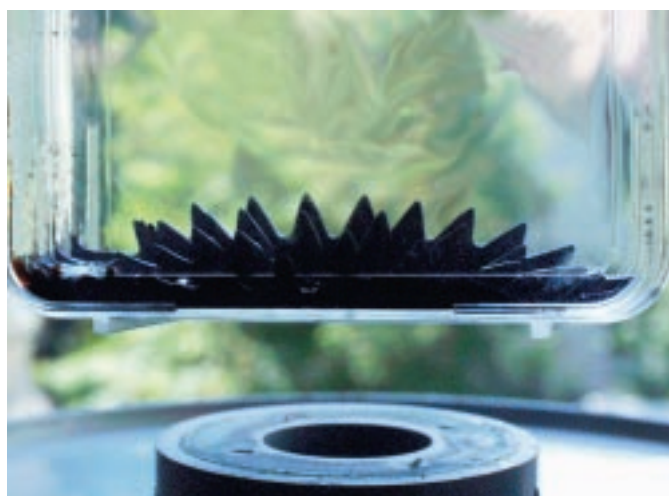
Жидкотвердое тело

На столе лежит капля маслянистой жидкости. Вы подносите к ней магнит, и... капля превращается в колонну, расположенную между магнитом и столом. Более того, она уже не жидкая — это вполне твердое тело. Почему так случилось?

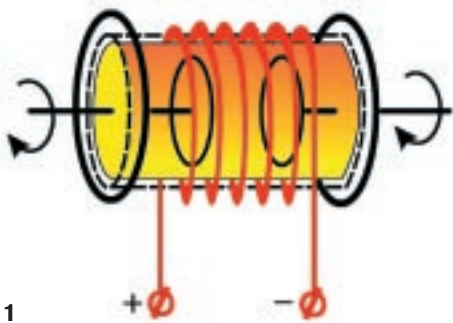
Строго говоря, все вещества к магнитному полю неравнодушны, то есть либо притягиваются, либо отталкиваются. Однако большинство из них, как, например, дерево, взаимодействуют с полем столь слабо, что обнаружить это удастся только точными приборами. Исключение составляют ферромагнитные материалы — сплавы или оксиды железа, кобальта, а также редкоземельных элементов. Это всё — твердые вещества. Предметам, сделанным из них, форму придаю раз и навсегда. Форму жидкого тела менять легче легкого: налил его в полиэтиленовый пакетик, надавил, вот она и изменилась. А что, если бы жидкость была сильным магнитом? Тогда форму сделанного из нее тела определяла бы не какая-то вещественная оболочка, а конфигурация внешних магнитных полей.

К сожалению, вещество в жидком состоянии сильными магнитными свойствами обладать не может. Однако, если очень нужно, это ограничение удастся обойти: надо лишь сделать композит, смешав жидкость и магнитные частицы. Получается «магнитная жидкость». В нашей стране такие композиты, скорее всего, произошли от одного из устройств, которое в 1956 году запатентовали работники Автомобильного завода имени Лихачева С.Н.Кожевников, Я.И.Ясипенко и Я.М.Раскин.

Это была жидкая муфта, которая передавала вращение от одного вала другому (рис.1). Она состояла из смеси железного порошка и масла и располагала-

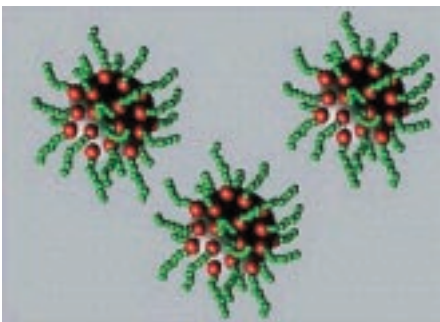


*По этим
фотографиям
видно,
сколь причудливые
формы
может принимать
магнитная
жидкость
под действием
магнитного поля*



1
Магнитная муфта

2
Частица магнитной жидкости



лась в пространстве между двумя валами. Под действием магнитного поля (его создавал проходящий по катушке электрический ток) жидкость «твердела», и тогда два вала начинали работать как единое целое. А когда поле выключали, муфта снова становилась жидкой, валы разъединялись, и крутящий момент не передавался.

Причина твердения магнитной жидкости такова. Когда поля нет, магнитные моменты железных частичек направлены в разные стороны. В результате частички располагаются в пространстве случайным образом и, можно сказать, друг с другом не взаимодействуют. Внешнее постоянное магнитное поле поворачивает частички так, что их магнитные моменты ориентируются в одном направлении. Возникающее сильное магнитное взаимодействие соединяет все частицы в единую пространственную структуру, и сила этой связи придает жидкому телу квазиупругость. А масло из этой структуры не выливается потому, что частички мелкие, их суммарная поверхность огромна и поверхностные силы прочно связывают жидкий компонент смеси с твердым.

Все бы хорошо, но первая магнитная жидкость оказалась очень капризной: то в ней появлялись комки, то она вдруг не хотела твердеть. Потому магнитные порошковые муфты долго не находили применения. Ситуация изменилась, когда за дело взялись химики и создали устойчивые магнитные жидкости, обла-

дающие хорошей текучестью. Одним из первых был американец С.Папелл, который запатентовал в 1963-м и 1965 году способы получения таких жидкостей.

Магнитный коллоид

Хорошая магнитная жидкость, в которой твердые частицы никогда не оседают и не сбиваются в комок, представляет собой коллоидную дисперсию магнитных материалов. Их частицы должны быть мелкими, не более 10 микрон в диаметре, а лучше, чтобы размер измерялся считанными нанометрами. Такой коллоидный раствор в полярной (водной или спиртовой) или неполярной (углеводородной и силиконовой) среде стабилизируют с помощью поверхностно-активных веществ или полимеров (рис.2). Облепив поверхность частицы, молекулы этих веществ, во-первых, не дают ей слипнуться с другой частицей, а во-вторых, поддерживают равномерное распределение частиц в дисперсионной среде. В результате коллоидный магнитный раствор сохраняет однородность от двух до пяти лет и при этом способен хорошо растекаться, если к нему не приложено внешнее поле. Подбирая вещества магнитной фазы и жидкой основы раствора, соотношения их количеств, а также стабилизатор, удается варьировать в весьма широких пределах свойства магнитной жидкости, например вязкость и степень ее изменения под действием магнита. Магнитная жидкость может быть действительно жидкостью, а может стать почти твердым телом — густым, как хорошая сметана или бетонный раствор.

Способы получения магнитных жидкостей можно разделить на две группы. В одних случаях частицы железа, никеля или кобальта размельчают до сотых долей микрона. Это делают в мельницах, а также в дуговом или искровом разряде. В других случаях, как предложили еще в середине 70-х годов XX века наши ученые М.А.Лунина из РХТУ им. Д.И.Менделеева, Е.Е.Бирик из Ленинградского технологического института им. Ленсовета и Н.П.Матусевич из Института физических проблем АН Белоруссии, частицы синтезируют химическим путем. Этот способ, который не требует сложной аппаратуры, и применяют сейчас многие исследователи магнитных жидкостей. Подробный рецепт, по которому каждый читатель сможет синтезировать свою магнитную жидкость и провести с ней любопытные эксперименты, приведен в конце статьи, а пока поговорим о том, зачем она нужна. Начнем с самого простого эффекта.



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

Жидкий магнитный затвор

Гидравлические системы, в которых жидкость служит для передачи силы, встречаются повсюду. А в них основные элементы — это всевозможные краны, вентили, золотники и клапаны, способные в нужный момент прервать или, наоборот, открыть течение гидравлической жидкости. Хотя их делают уже давно, из личного опыта всем известно, что тот же кран — устройство не очень-то надежное, его детали изнашиваются. А магнитная жидкость, в отличие от твердого металла, почти не изнашивается, то есть не расходует, поэтому механизм, имеющий «жидкие детали», никогда не станет протекать или ломаться. Как же сделать магнитный кран, чтобы регулировать расход или изменять направление потока жидкой среды в трубопроводе? Для этого на трубу надевают магнит и заливают в нее порцию магнитной жидкости. Она собирается в зоне действия магнитного поля и там удерживается. Возникает клапан, который закрывает один из каналов (рис. 3). Если магнит и, соответственно, магнитожидкостной клапан переместить, этот канал откроется, а другой закроется. Конечно, речь тут идет только о гидравлических системах, а не о перекрытии воды в системе городского водопровода.

Так же можно регулировать поток жидкости в вертикальном трубопроводе, предварительно установив в заданном участке трубы электромагнит и введя небольшое количество магнитной жидкости. Поскольку труба расположена вертикально, жидкая среда, накапливающаяся над магнитожидкостным клапаном, удерживается до определенного уровня. Как только он будет превышен, клапан под действием силы тяжести прорвется и жидкость просочится вниз. Особенность устройства состоит в том, что избыточная часть жидкости после пробоя пройдет вниз. Затем клапан закроется и снова будет удерживать над собой столб строго определенной высоты.

3 Магнитный клапан

Магнитные муфты и уплотнения

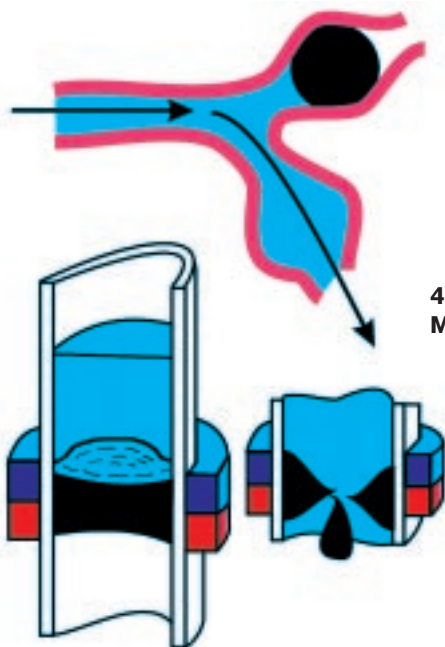
Мысль о жидкой муфте, вроде той, с которой и начались магнитные жидкости, не покидает головы конструкторов. Одна из наиболее интересных идей выглядит так.

Некоторые инженеры считают, что автомобиль мог бы обойтись без коробки передач и стал бы потреблять значительно меньше топлива. Для этого на вал двигателя нужно поставить маховик и специальным устройством кратковременно, сотни раз в секунду, подключать мотор к колесам. Увы, до сих пор все попытки создать такую систему (ее называют импульсной передачей) не удавались: переключающее устройство очень быстро ломается. Магнитожидкостные муфты — хорошее решение задачи, ведь они почти не изнашиваются и обладают очень малым временем срабатывания: магнитная структура разрушается практически сразу после отключения поля.

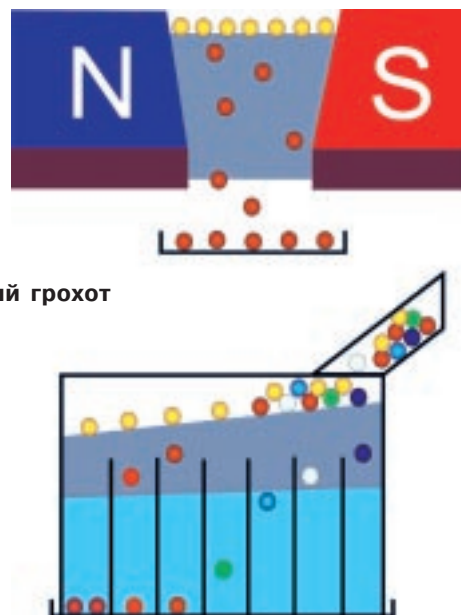
Кроме того, магнитная жидкость, сделанная на основе машинных масел или специальных смазочно-охлаждающих материалов, служит прекрасным герметизатором в различного рода уплотнениях, подшипниках трения и качения, сложных узлах станков и машин. Установленные по периметру уплотнения маленькие магниты не позволяют жидкости вытекать из зазора, а работоспособность устройства увеличивается в пять раз!

Бесшумный грохот

Грохот, набор сит, с помощью которых отделяют крупные куски горной породы от мелких, непременный атрибут золотоискателя. Уверенным движением выглатывая из таза воду с песчинками и оставляя на его дне блестящие драгоценные металлы, старатель проводит сходную с грохочением операцию разделения частиц по плотности. Эту же задачу можно поручить и магнитным жидкостям, разработанным в нашей лаборатории. Дело в том, что неоднородное маг-



4 Магнитный грохот



нитное поле приводит к квазиутяжелению магнитной жидкости, при этом ее вязкость становится разной в разных слоях. В результате немагнитные частицы того же золота, серебра или свинца всплывают, причем каждая из них не поднимается выше определенного слоя. Так эти частицы можно разделить.

Экспериментальная установка, а ее сейчас испытывают якутские старатели в долине реки Алданка, работает на таком принципе. Смесь частиц различной плотности падает на слой магнитной жидкости, которая висит между полюсами электромагнита. Ток в электромагните можно подобрать таким образом, чтобы легкие частицы смеси всплывали, а тяжелые тонули и проваливались сквозь жидкость. Если установить полюса электромагнита наклонно и обеспечить тем самым продвижение легких частиц вдоль поверхности слоя (рис. 4), разделение смеси можно сделать непрерывным: тяжелые частицы проваливаются в один приемник, а легкие частицы скатываются по слою непроницаемой для них жидкости в другой. Все получается легко, просто и почти без затрат энергии.

Пылесборник

Еще одна задача, которую решают в РХТУ им. Д.И.Менделеева, — это использование магнитной жидкости для смазки и охлаждения инструмента. Представим себе бетонную стену, в которой нужно просверлить дырку ручной дрелью. Понятно, что о подаче охлаждающей жидкости на сверло не может быть и речи. В результате инструмент нагревается и быстро тупится, доставляя немалую головную

боль хозяину стены. Однако если сверло намагнитить, то охлаждающую жидкость, состоящую из смазки и магнитных частичек, на него можно «намазать». Магнитное поле никуда эту жидкость от сверла не отпустит, но равномерно распределит по поверхности контакта.

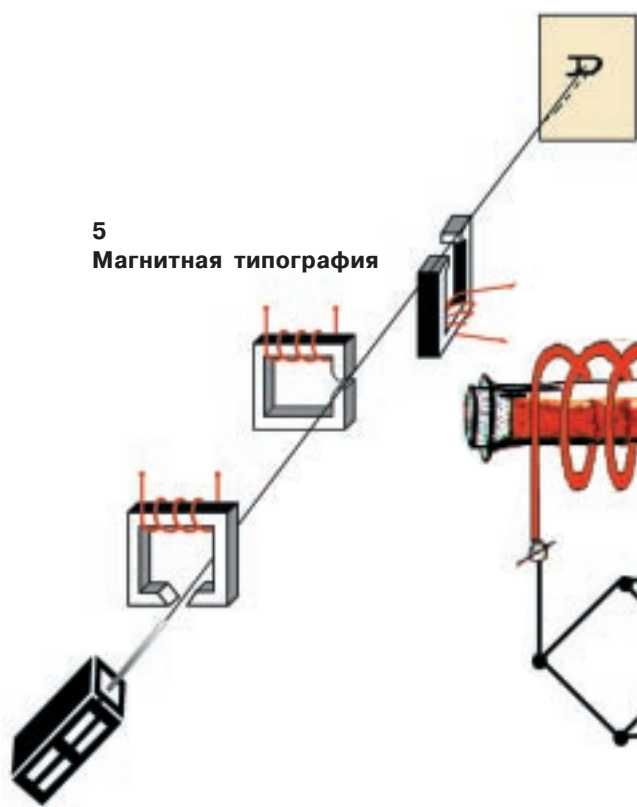
Магнитные жидкости еще и охлаждают инструмент, так как по теплоемкости и теплопроводности превосходят все смазочно-охлаждающие материалы. Более того, как выяснилось, при сверлении отверстий в титановых и алюминиевых сплавах магнитная жидкость, притягиваясь к намагниченному сверлу, увлекает за счет сил сцепления немагнитную стружку, причем в немалом количестве. Это явление открывает новые возможности для магнитных жидкостей: их можно применять как среду для сбора немагнитных материалов — стружки и абразивной пыли, образуемой при шлифовке поверхности.

Прицел для онколога

Как показывают исследования, которые РХТУ с середины 1980-х годов ведет совместно с Онкологическим центром им. Н.Н.Блохина РАМН, магнитные жидкости могут найти применение и в медицине. Противоопухолевые препараты, к примеру, вредны для здоровых клеток. Но если у опухоли расположить магнит, а в кровь ввести препарат из магнитной жидкости с лекарством, то оба этих вещества сосредоточатся у пораженного участка, не нанося вреда всему организму.

Магнитные коллоиды можно применять и как контрастное средство при рентгеноскопии полых органов, где

5 Магнитная типография



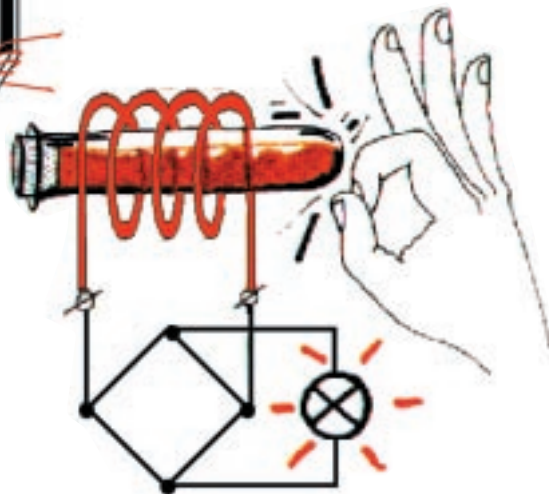
обычно используют препарат в виде кашицы на основе сернокислого бария с присадками. Коллоидные ферритовые частицы лучше бария поглощают рентгеновские лучи и служат отличным рентгеноконтрастным веществом. Все процедуры при этом существенно упрощаются: человек принимает около 20 мл препарата на основе иодированного подсолнечного масла, а не давится 150 граммами бариевой каши.

Жидкость для печатника

Магнитные жидкости и типографские краски обладают сходными свойствами: и те и другие — коллоидные растворы. Различие лишь в том, что в состав красок входят еще и пигменты. А что будет, если пигмент добавить в магнитную жидкость? Тогда типографской краской можно будет управлять с помощью магнитного поля. В практику эту идею воплотили японцы из компаний «Дайниппон инки» и «Рэйон юси», скрестив принципы работы электронно-лучевой трубки и чернильного принтера (рис. 5).

Работает печатающая машинка так: из сопла вылетает капля магнитной краски, а магниты создают неоднородное поле и с его помощью управляют полетом. В результате капля оказывается в нужной точке бумаги или какого-либо другого материала, на который наносят изображение. Так удается избавиться от движущихся частей и добиться замечательной четкости печати.

6 Магнитождивая электростанция



Энергия дождя

Список возобновляемых источников энергии довольно длинен. Однако в нем нет дождевых капель. А зря: согласно идее Р.Е.Розенберга, президента американской компании «Феррофлюидикс корпорейшн», магнитная жидкость вполне способна превращать их энергию в электрическую. Для этого нужно устройство (рис.6), в котором ампула с магнитной жидкостью размещена внутри катушки проводов, соединенной с накопителем энергии (в данном случае с конденсатором) при помощи выпрямителя. Развиваемое напряжение зависит от числа витков катушки, а возникает оно от того, что малейший толчок или изменение наклона ампулы приводит к перетеканию магнитной жидкости, а значит, и к изменению магнитного потока в катушке.

Собственно, этот последний пример свидетельствует, что если раскрепостить фантазию, то можно придумать самые неожиданные устройства, которые используют уникальные свойства магнитной жидкости. А чтобы читатель смог в этом убедиться на собственном опыте, выполним обещание, данное в начале статьи.

В помощь любознательным

Вот он, один из простейших рецептов изготовления водной магнитной жидкости. Чтобы им воспользоваться, потребуются аптечные весы (с разновесами), две конические или круглодонные колбы, химический стакан, фильтровальная бумага, воронка, хороший



ВЕЩИ И ВЕЩЕСТВА

(желательно кольцевой, из-под динамика) магнит, небольшая электрическая плитка и фарфоровый стаканчик (примерно на 150–200 мл). Чтобы жидкость получилась качественной, необходимо иметь маленькую настольную центрифугу. Под рукой должны быть также соли двух- и трехвалентного железа, аммиачная вода (25%-ной концентрации), натриевая соль олеиновой кислоты (олеиновое мыло), индикаторная бумага фирмы «Лакхема» и дистиллированная вода. Цифры приведены в расчете на 10 граммов твердой фазы магнитной жидкости. Это будет магнетит — вещество черного, даже асфальтового цвета. Ядро частиц магнетита представляет собой гамма-оксид трехвалентного железа, покрытое сверху слоем оксида двухвалентного железа.

Методика приготовления водной магнитной жидкости

- 1 Растворите в 500 мл дистиллированной воды (можно при слабом подогреве и несильном помешивании) 24 грамма трехвалентной соли железа (хлорного или сернокислого) и 12 граммов двухвалентной соли железа (хлористого или сернокислого).
- 2 Полученный раствор отфильтруйте на воронке в другую колбу через фильтровальную бумагу для отделения механических примесей.
- 3 В первую колбу, предварительно промыв ее водой, залейте (осторожно!) около 100–150 мл аммиачной воды (работу лучше проводить под тягой или на открытом пространстве).
- 4 Очень осторожно, тонкой струей вливайте из второй колбы отфильтрованный раствор в первую, содержащую аммиачную воду, и интенсивно взбалтывай-

те ее. Коричневато-оранжевый раствор мгновенно превратится в суспензию черного цвета. Долейте немного дистиллированной воды, колбу с образовавшейся смесью поставьте на постоянный магнит и держите там полчаса.

5 После того как образовавшиеся частицы магнетита в виде «дождя» соберутся под действием сил магнитного поля на дне колбы, осторожно слейте около двух третей раствора в канализацию, удерживая магнитный осадок магнитом, и залейте в колбу дистиллированную воду. Хорошенько ее взболтайте и снова поставьте на магнит. Операцию повторяйте до тех пор, пока pH раствора не достигнет значения 7,5–8,5 (нежно-зеленая окраска индикаторной бумаги при смачивании ее промывным раствором).

6 После того как последний промывной раствор на две трети слит, загущенную суспензию отфильтруйте через бумажный фильтр на воронке и полученный осадок черного цвета смешайте с 7,5 граммами натриевой соли олеиновой кислоты.

7 Смесью поместите в фарфоровый стаканчик и прогрейте при 80°C на электрической плитке, хорошо перемешивая, в течение одного часа.

8 Полученную «патоку» черного цвета охладите при комнатной температуре, долейте около 50–60 мл дистиллированной воды и тщательно размешайте получившуюся коллоидную систему.

9 Разведенную водой «патоку» отцентрифугируйте при 4000 оборотах в минуту в течение одного часа, после чего перелейте полученную магнитную жидкость в химический стакан и поднесите снаружи магнит. Жидкость потянется за ним в любом направлении. После того как вы уберете магнит, след от жидкости на стекле будет иметь коричневато-оранжевую окраску, он не должен содержать различного рода частиц.

10 Хранить водную магнитную жидкость желательно в пластиковой светонепроницаемой таре в прохладном месте.



Коллоидная стереолитография

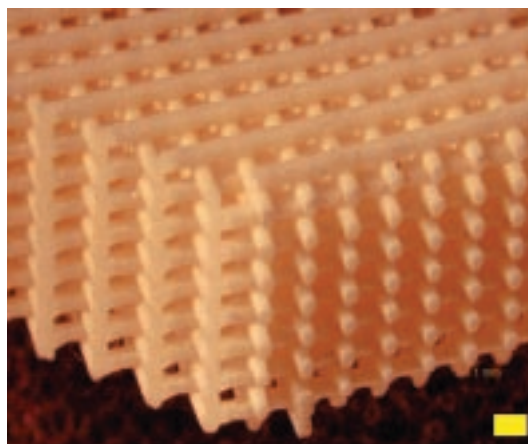
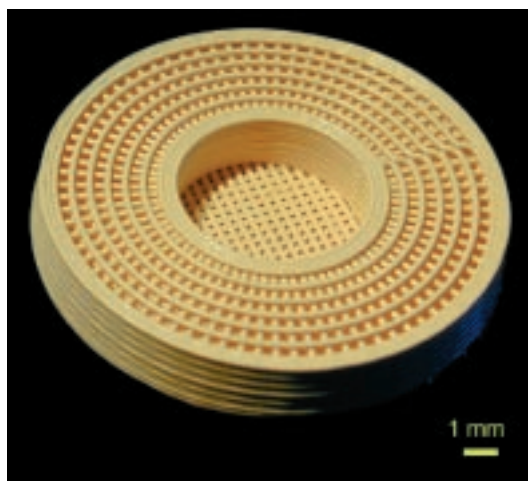
С. Комаров

Изображенные на фотографиях изящнейшие вещицы сделали умельцы из Иллинойского университета (США). И применили для этого коллоидный раствор. Что это такое?

Один из ведущих российских специалистов по коллоидной химии — главный редактор «Коллоидного журнала» профессор Н.В.Чураев из Института физической химии РАН так рассказывает о своей науке:

«Наш главный объект — очень маленькие, размером в доли микрона, частички дисперсной фазы. Дело в том, что чем меньше размер, тем большую роль играет поверхность, и поэтому маленькая частица ведет себя совсем не так, как большая. Научная задача состоит в том, чтобы описать взаимодействие таких частичек друг с другом и с окружающей их средой. А практическая цель — воспользоваться этим знанием и управлять поведением частиц дисперсий: добиться, чтобы они не слипались друг с другом, но прилипали к какой-то большой поверхности. Вообще же коллоидная химия изучает системы малых частиц, в том числе наночастиц, и явления на поверхностях раздела фаз. Я имею в виду не только коллоидные растворы. Например, пена — это диспергированный газ, набор газовых включений, окруженных стабилизирующими тонкими пленками. К числу объектов коллоидной химии принадлежат также порошки твердых веществ, из которых делают покрытия или массивные изделия. Не обойтись без знания свойств поверхностей и в микроэлектронике — там нужно наносить очень тонкие, но качественные покрытия. Отдельная проблема — поведение вещества, попавшего в поры. Например, вода в трещинной мембране или вода, не замерзающая в порах бетона на морозе. Еще одно направление — кластеры из отдельных молекул в растворах. Скажем, мицеллы — микрообъекты, формирующиеся из полярных молекул в неполярной жидкости в присутствии поверхностно-активных веществ. Внутри мицелл можно проводить химические реакции, что считается одним из перспективнейших направлений современной химии.

Сначала коллоидная химия была наукой описательной. В сороковых годах была создана теория устойчивости коллоидов ДЛФО, названная по инициалам ее авторов: наших Б.В.Дерягина, Л.Д.Ландау, а так же гол-



ландцев Е.Фервея и Дж.Овербека. Теория основывалась на балансе молекулярных сил притяжения и сил электростатического отталкивания. Притяжение объясняется теорией дисперсионных сил за развитие которой Б.В.Дерягин, Е.М.Лифшиц и И.И.Абрикосова получили Ломоносовскую премию в пятидесятых годах. В этой теории молекула рассматривается как флуктуирующий диполь, который поляризует соседнюю молекулу и обеспечивает притяжение. Правда, сила этого притяжения быстро убывает с расстоянием. Потом в теории электростатических сил стали дополнительно учитывать деформацию ионных атмосфер, подвижность поверхностных заряды. Однако применение теории на практике, особенно в случае гидрофильных дисперсий, всегда требует дополнительной информации. Возникает необходимость учитывать изменения структуры воды вблизи поверхности частиц. Пока нет общей теории структурных сил, и известны лишь некоторые экспериментальные параметры.

В общем-то, состояние поверхности частицы в жидкости с определенным составом — это самый сложный вопрос теории коллоидных систем. Как организована поверхность, известно менее всего. А ведь именно от деталей структуры зависят и заряд поверхности, и строение граничных слоев воды, и, следовательно, результат взаимодействия с другими частицами. Поэтому в коллоидной химии еще имеется большое пространство для работы теоретиков».

Впрочем, много чего можно добиться и эмпирическим путем. Например, химики из Иллинойса решили приспособить силы связи между мелкими частицами для того, чтобы поддерживать форму капли коллоидного раствора, и получили материал, из которого можно методом стереолитографии делать очень тонкие керамические, а в будущем полимерные, металлические или сверхпроводящие вещицы. Напомним, в чем суть метода, хотя «Химия и жизнь» о нем рассказывала в августе 2000 года.

Стереолитографию применяют для быстрого воплощения чертежей в трехмерные объекты. Для этого компьютер по чертежам строит в своей памяти виртуальную трехмерную модель, разрезает ее на тонкие слои и определяет их форму. Затем по его команде эти слои делают уже из реального материала, соединяют их друг с другом и получают готовое изделие. Например, при лазерной стереолитографии, которая развита

лучше всего, луч лазера по заданной компьютером траектории сканирует тонкий слой жидкости. Под действием излучения тот затвердевает — полимеризуется и прилипает к слоям, что лежат ниже. Затем изделие слегка, на долю миллиметра, опускают в ванну, на его поверхности возникает новый тонкий слой жидкости, и процесс повторяется. Работать с полимером в общем-то легко. Однако, увы, он не столь уж тверд и прочен, чтобы из него можно было делать не модель, а готовую деталь какого-то механизма. А очень хотелось бы этим чистым методом сразу превратить чертеж в работающую деталь! И никаких тебе пресс-форм, штампов и прочей оснастки, цена которых столь велика, что изделие, выполненное в количестве двух-трех штук, сразу же приобретает астрономическую стоимость. Увы, какой-нибудь оксид алюминия или кремния не заподимеризуешь. Нужен другой подход. Его-то и предложили иллинойские ученые под руководством профессора Дженифер Льюис, а за основу взяли идею чернильного принтера. Он из сопла выдувает чернила, которые потом дают узор на бумаге. Почему бы не сделать такие «чернила», которые не станут растекаться, а сохраняют форму? Тогда из них можно делать трехмерные объекты, подобные розочкам из крема, которыми кулинар украшает торт.

После того как коллоидный раствор вылетит из тонкого сопла, он должен быстро застыть, сохраняя свою форму, и в то же время крепко соединиться с лежащими ниже слоями. А управлять упругими свойствами геля и его вязкостью, которые не должны быть ни слишком большими — иначе не продавишь через сопло, — ни слишком малыми — гель растечется до того, как затвердеет, — можно, регулируя силу взаимодействия между частицами. Ученые сделали так, чтобы сетка из коллоидных частиц внутри геля формировалась почти сразу же после того, как чернила продавили сквозь сопло. То есть благодаря тщательному контролю коллоидных сил удалось создавать изделия сложных форм, скажем таких решеток, как на фотографиях. Толщина элемента составляет сотню микрон, а дырки между ними превышают пару миллиметров.

Тонкие элементы — это еще не все. Подобный способ годится для создания материала со сложным химическим составом, нужно лишь использовать несколько сопел, как это делает цветной чернильный принтер, и в каждое подавать какой-то другой гель.



ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Остается добавить, что «чернила» вылетают не в виде отдельных капель, а в виде длинного волокна. Его укладкой управляют, как и при лазерной стереолитографии, перемещением платформ. Пригодится же коллоидная стереолитография для производства современных керамик, носителей катализаторов, в качестве каркасов искусственных биологических тканей, для элементов фотонных устройств и много еще для чего. Пока что иллинойские коллоиды содержат частицы оксидов кремния, алюминия, титаноцирконата свинца или гидроксипатита — основного вещества костей. Но исследователи надеются: недалек тот день, когда им удастся справиться тем же методом с частицами полимера, металла или полупроводника.

Справка

Группа Дженифер Льюис в Иллинойском университете работает с коллоидно-полимерными смесями, коллоидно-наполненными гидрогелями, а так же полиэлектролитами. А изучают они структуру этих веществ и особенности перехода между жидкостью, гелем, кристаллическим и стеклообразным состояниями вещества. Эти исследования проходят на факультете материаловедения, который живет под девизом «Без материала нет инженерной науки» (здесь нужно учесть, что по-английски материаловедение — material science and engineering, а девиз на языке оригинала выглядит как «Without materials, there is no engineering»).

Из наших университетов наиболее сильные школы по коллоидной химии сложились в РХТУ им.Д.И.Менделеева, МГУ им. М.В.Ломоносова и в Санкт-Петербургском университете, где имеются соответствующие кафедры.

Как преуспеть в науке

Крупные научные открытия — события редкие и исключительные, всегда несущие на себе «след страшной неожиданности — верной спутницы истины» (А.Ахматова). Поэтому обычно вызывают интерес любые попытки их авторов разобраться в причинах и обстоятельствах свершившегося.

В марте 1993 года в Колд-Спринг-Харборе прошел симпозиум, посвященный сороковой годовщине открытия двойной спирали ДНК. На нем выступил Дж.Уотсон, который поделился своими размышлениями о том, что помогло ему с Ф.Криком сделать его (текст доклада был опубликован в «Science»).

Чтобы достичь успеха в науке, требуется везение. Так, мое увлечение генетикой возникло случайно. В возрасте семнадцати лет, когда я уже три года проучился в колледже, мне попала на глаза маленькая книжка физика-теоретика Эрвина Шредингера «Что такое жизнь? С точки зрения физика». В ней он доказывает, что сущность жизни заключена в генах. До этого я интересовался птицами, но, прочтя книгу, решил, что если главное в биологии — это ген, то я хочу больше знать о нем. Можно сказать, что она изменила всю мою дальнейшую судьбу, ведь иначе я посвятил бы жизнь орнитологии, и никто никогда обо мне бы не услышал.

Итак, я задал себе один из самых важных в XX веке вопросов: что есть ген? Я намеревался заняться этой проблемой, но тут произошло еще одно неожиданное событие — меня не приняли в аспирантуру Калтеха: их не устраивал молодой человек, который ранее отдавал свое время птицам. Поэтому я отправился в штат Индиана, где моим профессором стал не кто иной, как Сальва Лурия. Он верил в меня и всячески поощрял мое увлечение генетикой. Кроме того, в отличие от Пасадены, в Блумингтоне были девушки и баскетбол.

Но для научного успеха одной удачи мало и недостаточно быть способными: многие, даже талантливые люди не достигают в жизни ничего. Мне кажется, нужно обладать сильным интеллектом и быть готовым резко свернуть в сторону, если ваше движение вперед застопорилось. Для меня это означало уход с научного пути, намеченного мне Лурией еще до того, как я защитил диссертацию, и поиск своей собственной стези.

Часто приходится идти наперекор общепринятым мнениям и делать многие вещи по-своему. И вот какие правила я тут для себя сформулировал.

Учиться у победителей

Правило первое: хотя это может звучать несколько самонадеянно, нужно избегать посредственных людей (здесь я просто следовал примеру Лурии). Вы должны всегда тянуться к личностям более ярким, чем вы сами. Это как в играх, например в салки или в теннис. В детстве я никогда не любил соревноваться с теми, кто был так же неловок, как я, — ведь даже если вы выигрываете, это не доставляет радости. То же самое происходит и в науке (и даже в жизни), где цель — не просто выиграть, но достичь чего-то действительно стоящего. Иначе говоря, превзойти самого себя и покоришь вершину.

Готовность рисковать

Поэтому вот мое второе правило: ученый должен быть готов претерпеть многие неудобства, пройти через большие испытания. Некоторые люди наверняка будут говорить, что вы не сможете сделать что-то, и тогда с ними надо порывать. Вспоминаю себя в молодые годы. Преподаватель зоологии Пол Вейс, который руководил моей стажировкой в Европе, был умным человеком, но не обладал широкой взлядыв и лишил меня стипендии, когда я захотел перебраться из Копенгагена в Кембридж.

По его мнению, я, биолог по образованию, не имел достаточной под-

готовки для занятия кристаллографией, и он, конечно, был прав. Но единственный путь к открытию в генетике, которое я собирался сделать, лежал именно через анализ рентгенограмм (хотя большинство специалистов в то время не верило, что подобным образом удастся раскрыть структуру ДНК). Если вы хотите совершить прорыв в науке, вас наверняка — просто по определению — будут считать недостаточно подготовленным для этого. И само ваше желание достичь высокой цели уязвит некоторых корифеев, которые скажут, что «не по Сеньке шапка» и «не по чину берешь!».

Такое отношение со стороны людей, от которых вы зависите, будет травмировать вас. Возможны конфликты с научным руководителем, завлабом, завкафедрой. Но если вы уже выбрали свой путь и твердо решили следовать ему, то приготовьтесь оставить ваших «вторых родителей». Ведь вы, вероятно, уже расстались с первыми, настоящими родителями, и это было нелегко. И теперь вам придется разойтись с вашими научными наставниками, даже если это станет для вас не просто неприятностью, но глубокой личной драмой.

Иметь поддержку

Так мы приходим к третьему правилу: будьте уверены, что всегда есть кому поддержать вас в трудную минуту.

Фрэнсис Крик и я много раз попадали в критические ситуации, но не сбились с пути, потому что находился человек, который нас выручал. В Кембридже это прежде всего Макс Перутц и Джон Кендрию. Джон, например, предложил мне за пустяковую плату комнату в своем доме на Теннис-Корт-Роуд после того, как я по воле Пола Вейса остался без стипендии. Но многие блестящие ученые (скажем, наша соперница в работе над ДНК Розалинда Фрэнклин) часто оставались без поддержки и потому были вынуждены сойти с дистанции.

Лурия еще раньше спас меня, когда я, будучи студентом, привел в бе-



РАЗМЫШЛЕНИЯ

важно, чтобы в таких случаях было к кому обратиться за помощью. Фрэнсис со своими математическими затруднениями обычно шел к своему другу, математику и философу Джорджу Крайзелу.

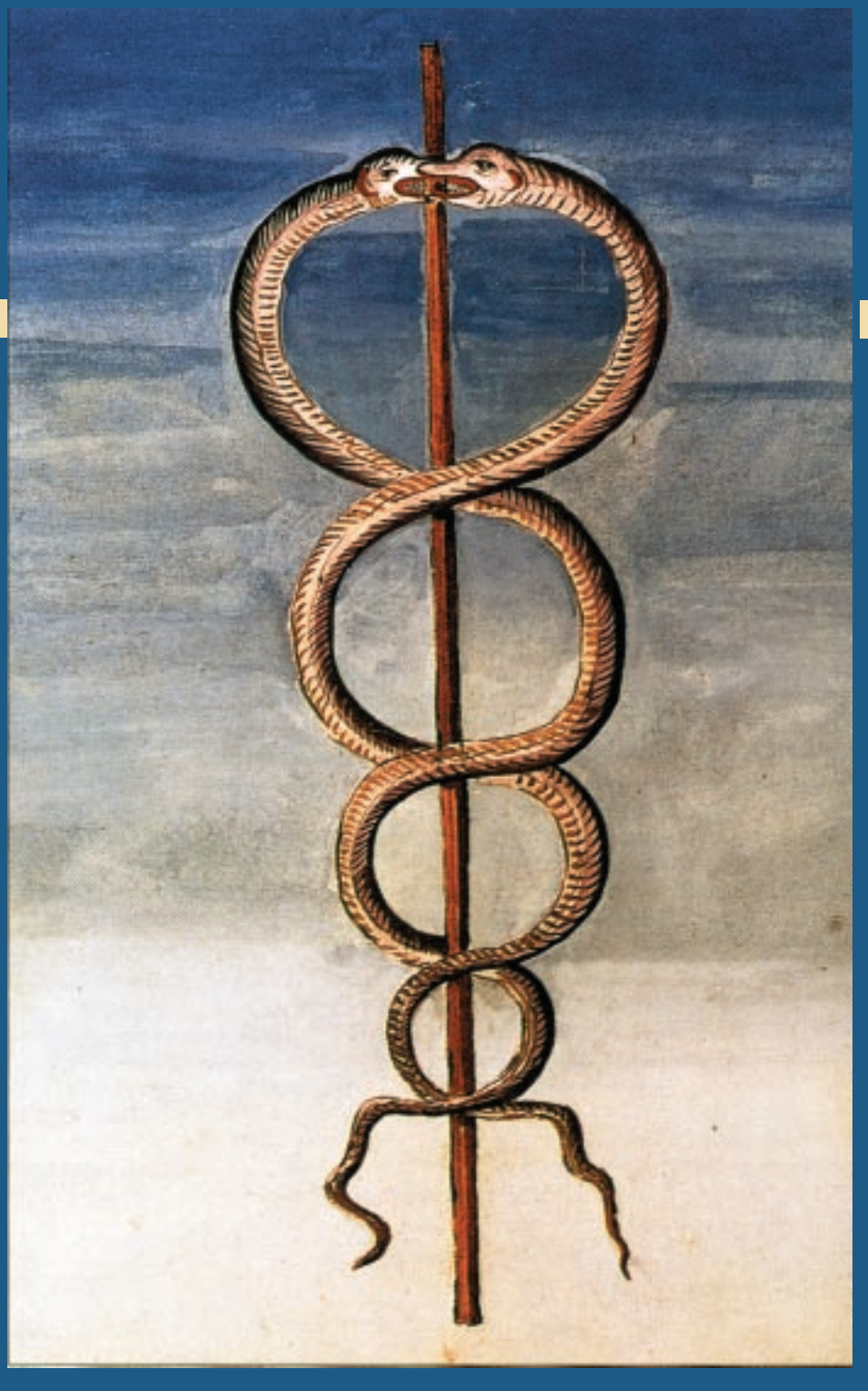
Общаться с коллегами

Необходимы постоянное «обкатывание», критика ваших идей, и я даже позволю себе сказать, что наши главные конкуренты в гонке за ДНК проиграли ее потому, что находились в изоляции. Розалинда Фрэнклин избегала открытых обсуждений и слишком поздно поняла, как много ценного пытался сообщить ей Фрэнсис. Если бы она больше прислушивалась к нему, то она могла бы первой открыть принцип комплементарности оснований. А Лайнус Полинг сам поставил себя в положение, когда никто не осмеливался перечить ему. Единственный человек, с кем он мог обсуждать любые проблемы, была его жена, но она лишь лелеяла его самомнение, а он, я думаю, нуждался совсем в другом.

Если в юности еще простительно надеяться, что занятия наукой, развитие собственных идей позволят избежать тяготящих вас тесных взаимоотношений с другими людьми, то в зрелом возрасте на это смотришь по-другому. Пока вы учитесь, может возникнуть мысль: почему я должен всегда быть вместе с этими ребятами, с которыми у меня мало общего? Однако трудно заниматься наукой, если вы отгораживаетесь от других. Надо участвовать в съездах и конференциях, где вы можете узнать самые важные новости, которые иначе пройдут мимо вас. Я был знаком почти со всеми, кто занимался проблемами, близкими нашим, и общался с ними независимо от того, разделяли они мои взгляды или пытались их опровергнуть. И это принесло свои плоды.

Итак, мое последнее правило: если вам неприятен дух соперничества или вы не в состоянии выдержать соревнование с другими учеными, уходите из науки.

Перевод с английского
Л. Каховского



шенство солидного профессора Ральфа Клилэнда, который хотел заставить меня во время подготовки диссертации прослушать курс гистологии. Я считал этот курс пустой тратой времени и прямо заявил ему об этом. Лурия, конечно, был очень огорчен моей дерзостью, но он не поддержал Клилэнда в его желании все же посадить меня за дурацкие рисунки срезов тканей в то время, когда меня захватила работа с фагами. Поэтому я продолжил ее, так и оставшись невеждой в гистологии.

Работать с увлечением

Итак, четвертое правило: никогда не занимайтесь тем, что вас по-настоящему не интересует. Мой опыт в науке говорит, что всегда кто-либо пытается заставить вас работать над вещами, оставляющими вас равнодушными. Но лично я не могу заниматься темой, к которой не лежит душа; надо сказать, что трудно делать хорошо даже то, что нравится.

Конечно, часто возникают вопросы, в которых вы слабо разбираетесь, и

Разные разности

Выпуск подготовили

**М.Егорова,
А.Ермаков,
М.Литвинов,
Е.Лозовская,
Б.Силкин,
Е.Сутоцкая,
О.Тельпуховская**

Ученые продолжают спорить о подлинности карты Америки (так называемой «карты Винланд»), якобы составленной викингами еще до плавания Колумба. Она была опубликована только в 1965 году, а до того о ней никто не слышал. Скептики уверены, что чернила на карте изготовлены в XX веке. В 1974 году В.Маккрон обнаружил в них анатаз, одну из модификаций двуокиси титана (ее начали использовать для производства чернил с 1923 года). Однако в 1985 году другие анализы показали, что надписи на карте, как и на других средневековых документах, содержат очень мало титана. Он мог попасть на документ с пылью, причем анатаз, наверное, образовался позднее при разложении чернил или действительно содержался в небольших количествах в чернилах средневековья.

Химики Р.Кларк и К.Браун из Университетского колледжа в Лондоне изучили эти чернила с помощью более совершенной техники — лазерной рамановской микроскопии. Они обнаружили, что желтые каемки по краям черных линий состоят из анатаза. Такие линии характерны для рукописей, написанных чернилами из галла (дубильного орешка) с железом. Ими обычно и пользовались со средних веков и до XX века. Эти чернила содержат растительный таннин и сульфат железа, однако на «карте викингов» железа не нашли. Кларк считает, что фальсификаторы наложили поверх желтых линий черные, из сажи, для того чтобы воспроизвести эффект старения.

Не все ученые считают выводы Кларка убедительными, ведь результаты рамановской микроскопии зачастую очень сложно истолковать. Тем временем Г.Харботтл, специалист в области датирования документов по углероду из Брукхейвенской национальной лаборатории, и его коллеги установили, что пергамент относится к 1423–1445 годам. Возможно, пергамент и чернила были изготовлены в разное время («Nature News Service», 2002, 31 июля; www.radiocarbon.org).

Шизофренией страдает примерно 1% всех жителей Земли. Эти люди часто слышат потусторонние голоса, одержимы навязчивыми идеями, не могут отличить реальность от иллюзий.

«Сейчас уже очевидно, что шизофрения — наследственное заболевание, однако до сих пор гены этой болезни неизвестны, — говорит И.Готтесман из Университета Миннесоты. — Попытка выделить отдельные гены ничего не даст. Мозг слишком сложен, и надо применять системный подход к решению этой проблемы».

Именно это и пытаются сделать И.Готтесман, Г.Мойзес из Университета Киля (Германия) и Т.Зоega из Национального университета Исландии. В мозгу человека есть нервные клетки, по которым идут электрические импульсы, и вспомогательные клетки, образующие глию. Своими телами и отростками они заполняют пространство между нейронами и мозговыми капиллярами и служат для защиты и опоры нервных клеток. По-видимому, многие гены, связанные с развитием шизофрении, участвуют в развитии глиальных клеток. Некоторые вирусные инфекции дополнительно ослабляют глию, ведут к нарушению нервных связей и шизофрении. «По данным эпидемиологов, — говорит Мойзес, — у всех людей глиальные клетки так или иначе поражены вирусами. Логично предположить, что при их размножении в этих клетках что-то нарушается».

При всей своей необычности новая гипотеза позволяет объединить ряд предыдущих («BMC Psychiatry», 2002, т.2, с.8).

С давних времен люди лечили болезни растениями. Порой целебные травы даже противопоставляют медикаментам, которые выпускает фармацевтическая промышленность. Однако сейчас, судя по всему, начинается новая эпоха, когда растения будут производить не обычный набор алкалоидов или гликозидов, а вещества, никогда раньше в них не встречавшиеся.

В июле американские Скриппсовский исследовательский институт и компания «EpiCyte Pharmaceutical» получили патент США на генетически модифицированные растения, образующие антитела. Специалисты фирмы под руководством А.Хайета и М.Хейна уже разработали технологию для получения антител против вируса герпеса в зернах кукурузы. В этом году профилактический гель с такими антителами должен пройти первую стадию клинических испытаний. Сейчас ученые трудятся над созданием других препаратов, предназначенных для профилактики и лечения различных инфекций.

Антитела эффективны при лечении многих болезней, и их производство быстро растет. Обычно их производят в культурах животных клеток, что весьма дорого и требует постройки сложных заводов. Получение антител из растений обойдется в десятки раз дешевле. По-английски их называют «плантибодиз» (по аналогии с «антибодиз» — антитела). На русский язык это можно перевести как «раститела».

Теперь предстоит наладить производство антител и препаратов из них в промышленных масштабах, доказать их безопасность и эффективность в исследованиях, проводимых Администрацией по пищевым продуктам и лекарствам, и получить разрешение для выхода на рынок препаратов (www.epicyte.com).



Самолет-робот с приборами на борту, подготовленный американскими военными, будет исследовать разрушительную стихию — грозные штормы. Он находится во Флориде и уже готов к взлету. С его помощью ученые надеются подобраться к молниям ближе, чем когда-либо, чтобы понять, какие законы управляют развитием мощных гроз и как можно предсказать их появление. Это первая попытка исследовать молнии с помощью беспилотного воздушного средства и хорошая проверка технологий, доступных ранее только военным ведомствам США. «Мы намерены использовать самолет для метеорологических наблюдений», — обещает руководитель испытаний Р.Блейкли из НАСА.

Самолет, который будет преследовать шторм, называется «Альтус» (высота). Это тяжелый вариант самолетов «Придейтер» (хищник), которые американская армия использовала в Косове и Афганистане. Размах крыльев «Альтуса» — семнадцать метров, он может летать над Землей на высоте семнадцать тысяч километров. Вместо ракет на его борту расположены датчики для измерения электрического и магнитного полей и воздушных потоков, а также камера для регистрации вспышек молний.

Самолеты летали сквозь грозу и раньше, но такие вылазки очень опасны для пилотов. Кроме того, обычные самолеты быстро проскакивают через шторм и не могут провести достаточно длительные измерения. А вот автономный разведчик может летать в грозе часами и на низких скоростях. По замыслу ученых, «Альтус» будет парить над грозой с самого ее зарождения и до окончания. Они надеются, что наконец смогут понять, почему некоторые плотные облака рассасываются, а другие разражаются бурей, и узнают законы, которые управляют развитием грозы («Nature News Service», 2002, 2 августа).

До сих пор ввести в мозг многие лекарства можно было единственным способом — через отверстие в черепе. Это рискованно, но иногда необходимо, так как клетки, выстилающие кровеносные сосуды мозга, расположены очень плотно. Они служат барьером на пути инфекции, но одновременно не пропускают крупные молекулы лекарств. Мешают они также липидным частицам и вирусам, которые используют для доставки ДНК при генной терапии.

Ф.Йолеш и его коллеги из Бостонской больницы нашли, как приоткрыть на время этот барьер. Сначала они предлагают впрыснуть в кровь крошечные белковые пузырьки. Их используют при ультразвуковом исследовании кровеносных сосудов, чтобы улучшить изображение. Затем ультразвук фокусируют на определенной области мозга, причем пузырьки вбрасываются в кровеносные сосуды именно этой области. «Ударная волна» приоткрывает барьер, так что крупные частицы проникают и между клеток, и сквозь клеточные мембраны.

Авторы работы использовали эту методику для доставки в мозг кроликов модифицированных вирусов герпеса. Вирусы легко достигли именно тех отделов мозга, на которых был сфокусирован ультразвук. Исследователи считают, что этот способ станет еще более эффективным, если поместить вирус внутри пузырьков. Так можно доставлять в клетки даже крупные молекулы. Но прежде чем начать применять на практике новую методику, необходимо выяснить, насколько она безопасна и эффективна. Способ может оказаться полезным при лечении рака или нейродегенеративных заболеваний («EurekAlert!», 2002, 31 июля).

Звук моря — один из самых успокаивающих и загадочных природных звуков. Ученые пытаются разобраться, почему прибор шумит именно таким образом.

Качество звука зависит от размера пузырьков воздуха, образующихся, когда разбивается волна. Пузырьки влияют на процессы газо- и теплообмена, испарение воды, образование аэрозолей и в конечном счете на климат. Г.Дин и Д.Стоукс из Института океанографии Скриппса в Ла-Джола (США) разработали специальную высокоскоростную видеокамеру, с помощью которой получили тысячи изображений разбивающейся волны. Затем компьютер определил количество и размеры пузырьков.

Математическая обработка данных позволила сделать вывод, что пузырьки бывают двух типов. Большие получаются, когда гребень волны заворачивается перед ней и образуется «труба», так привлекающая любителей серфинга. Она разбивается, формируя пузырьки диаметром от миллиметра до сантиметра. Маленькие пузырьки образуются, когда гребень ударяется о поверхность воды. Происходит всплеск, увлекающий воздух в толщу воды. Такие пузырьки дают более высокий звук, чем большие.

Изучением шума морских волн занимаются и другие исследователи. С.Минс и Р.Хайтмайер из Морской исследовательской лаборатории в Вашингтоне выяснили, что волны, которые как бы опрокидываются вперед, издадут резкий звук. Волны, стекающие вниз подобно лавине, производят низкий гул, который звучит дольше и начинается более плавно. Поэтому, прислушавшись, можно сказать, какие на море волны («Nature News Service», 2002, 22 августа; «EurekAlert!», 2002, 21 августа).

Участники международной группы исследователей пришли к выводу, что наибольшее разнообразие человеческих языков наблюдается в тех областях земного шара, где богатая фауна.

К.Рабек из Копенгагенского университета и его коллеги изучали районы Африки южнее Сахары, в которых встречается 3882 вида млекопитающих, птиц, змей и земноводных, а жители говорят на 1686 наречиях. Исследователи разделили эту область на 515 клеток и обнаружили, что в каждой из них количество наречий коррелировало с числом представителей животного мира, населяющих ее. Чем больше было видов, тем разнообразнее были языки. Эти данные противоречат мнению о том, что спасти дикую природу можно только в малонаселенных районах. Авторы полагают, что сохранение культуры поможет сберечь дикую природу, и наоборот.

Выяснилось также, что в богатых языками районах чаще идут дожди. Там же, где погоду предсказать сложно, меньше и наречий, и зверей. Области распространения человека «находятся под влиянием тех же факторов, что и области обитания животных», — говорит Э.Балфорд из Кембриджа, один из участников работы. Однако причины их разнообразия, безусловно, не одинаковы. Есть факторы, которые воздействуют только на людей, например эпидемии.

В тропиках может быть больше наречий, потому что люди не нуждаются в перемещениях для поддержания своего существования, утверждает Р.Мэй из Университетского колледжа в Лондоне. И виды животных, и языки широко представлены там, где не развита промышленность. «Возможно, следует охранять именно эти районы», — полагает ученый. Но языки и разнообразие фауны — не одно и то же, поэтому не следует ожидать теории, которая объяснила бы и то и другое («Nature News Service», 2002, 31 июля).



Ода карликовым самцам



Благородное семейство

Спросите кого-нибудь, как выглядит лосось, и почти наверняка услышите в ответ, что это большая, сильная рыба. Ведь, поднимаясь в верховья рек на нерест, она преодолевает пороги, а то и небольшие водопады, успешно борется с сильными течениями, способна выпрыгивать из воды на высоту до двух метров. В семействе лососевых множество видов, и все лососи — молодцы как на подбор.

Добравшись до нерестилищ, самцы, чья серебристая чешуя блестит, словно доспехи средневековых рыцарей, затевают бой ради самок. А тем временем дамы-лососи в ожидании исхода поединка обустроивают гнездышко для будущего потомства — всюю лопатят гравий мощным хвостом. В многочисленных фильмах о природе запечатлена одна и та же картина: победитель — самый крупный и сильный самец отгоняет от гнезда прочих претендентов и единолично оплодотворяет икру, только что выметанную в ямку.

Его подруга засыпает оплодотворенную икру гравием и иногда остается сторожить гнездо — а то, чего доброго, раскопают его товарки, которым не хватило «квартир» на нерестилище, и съедят будущих мальков хищные рыбы. Самец же считает свою функцию выполненной и с легким сердцем отправляется навстречу новым победам.

В семье не без урода?

Еще в студенческие годы мне посчастливилось попасть в лабораторию, изучавшую лососевых рыб, принимать участие в ихтиологических экспедициях.

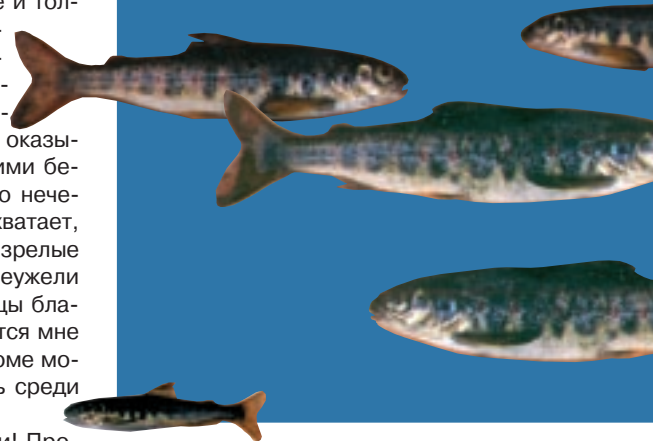
И вот я стою с удочкой, в болотных сапогах по колено в бурном потоке чистой-пречистой воды, в настоящей лососевой реке — неглубокой, но каменистой. Я знаю, что по осени здесь нерестится семга, и здесь же год-два, а то и три, до того как уйти в море, живет ее молодежь — небольшие юркие рыбки, ничуть не похожие на своих родителей, — все в пятнышках и полосках. Они-то мне и нужны, но погода для рыбалки явно неподходящая: солнце слепит глаза и пугает мальков,

вода в речке нагрелась так, что впору купаться — даром что Север. У любой рыбы аппетит пропадет.

Тем не менее полосатые рыбки исправно ловятся, хотя все они какие-то странные — слишком уж крупные и толстенные. Некоторых хоть зажав после ихтиологической обработки — грамм на сто с лишним потянут. Но меня ждет разочарование: брюшко толстячков, оказывается, до отказа забито большими белыми молоками и есть тут особо нечего. Даже студенческих знаний хватает, чтобы понять — рыбки эти почти зрелые и осенью будут нереститься. Неужели это и впрямь половозрелые самцы благородного лосося? Так открывается мне истина, хранимая учеными, — кроме могучих красавцев киногероев есть среди самцов лососей и карликовые.

Не меня первого они огорчили! Профессор с улыбкой рассказал про свой студенческий опыт: «Проходили мы как-то практику на рыбноводном заводе, где молодь лососей выращивали. И заметили наблюдательные студенты, что есть среди рыбок более крупные и энергичные. Не поленились, отсадили их в отдельный бассейн и стали обильно кормить — думали, что селекцию провели, удивим руководителей быстрорастущей породой лососей. А наши «рекордсмены», хотя и кушали исправно, ближе к осени вдруг вообще расти перестали. Увы, все они оказались карликовыми самцами, и было им уже не до роста, — вся энергия пищи шла созревающим гонадам».

То же происходит и в реке: самые активные и прожорливые мальки-самцы, которые всегда готовы «заморить червячка» — не считаясь ни со временем суток, ни с погодой, — растут поначалу быстрее сверстников, но зато намного раньше их и созревают, становясь карликами. В какой-то момент в организме словно щелкает невидимый переключатель: «набранной энергии хватит для созревания». Ровесники уходят в море и набирают вес, а самый энергичный остается маленьким! Природа словно смеется над теми, кто полагает, будто в борьбе за существование всегда побеждают любители отпихивать собратьев от кормушки, самые активные и прожорливые.



Если девушки хорошие не любят

Везде надвигается неотвратимо: перед нерестом из моря вместе с долгожданной самками поднимаются в речку и бывшие заморыши. Но разве можно узнать их теперь в тех могучих богатырях, о которых шла речь в самом начале? Впрочем, узнавай не узнавай, а биться с ними за самку явно бесполезно: один удар — и перевернешься кверху толстенным брюшком, а то и проглотить могут. Скандинавские ученые обнаружили, что в период нереста почти половина карликовых самцов несет на себе отметины зубов крупных рыб (см. рис. из их работы).

И тут уж не приходится удивляться, что карлики удирают от них врассыпную, стараются не попадаться на глаза влюбленным гигантам. Как, впрочем, и их подругам: ведь и самки-лососи норвят обидеть маленьких толстячков. Карликовые самцы прячутся между камнями, но самок из виду все-таки не выпускают. Не вечно торжествовать грубой силой! В самый момент нереста, когда самцу-гиганту уже не до них, «полосатики» делают стремительный рывок из укрытия и частенько успевают полить своими молоками немножко икры. К этому рывку они готовятся серьезно, загодя: у маленьких рыбок непропорционально большое сердце, хо-



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

рошо развиты грудные плавники. Ведь стоит замешкаться, и проглотит тебя разъяренная красавица, а то и просто гравием забросает, похоронив заживо в нерестовом бугре. Не раз случалось выручать этих бедолаг ихтиологам, изучающим развитие икры. Однако вместо того, чтобы искренне восхищаться настойчивостью и находчивостью маленьких рыбок, исследователи придумали для их действий специальный оскорбительный термин: «паразитический нерест». В общем, невзлюбили ученые карликовых самцов точно так же, как и могучие собратья вместе со своими подругами.

И все-таки они — одной крови

Судя по всему, большинству ученых нравилось исследовать крупных, красивых и вкусных рыб, а маленьких и в буквальном смысле серо-буро-малиновых изучать как-то не хотелось. Открещивались от них, как могли.

До середины XIX века атлантического лосося (на Русском Севере его называют семгой), заходящего в реки из моря, и карликовых самцов, постоянно обитающих на речных перекатах, даже считали разными видами. Не так-то просто было маленьким полосатым рыбкам подтвердить свое родство с

высокородными особями, одетыми в серебристые наряды. Но в конце концов шотландец Джон Шоу установил истину. «Обнаружив 4 января 1837 г. в р. Нитче пару нерестящихся лососей, он загнал их в специально подготовленный канал, выдал у самки икру, а у самца немного молока и смешал их тут же в канале», — так описан классический опыт в ихтиологической литературе. Из этой икры появились на свет мальки, которые выросли в уже знакомых нам полосатых рыбках. В общем, карликовым самцам следовало бы считать 4 января праздничным днем — их благородное происхождение наконец-то было доказано.

Ученые тоже выиграли от этого эксперимента: карликовые формы лососей стали с тех пор классическим примером хотя и очень сильных, но ненаследуемых морфологических изменений. Ведь способность вида к адаптации проявляется здесь как нельзя более ярко — варьируют такие важные показатели, как размер и масса, да к тому же в десятки и сотни раз!

Однако и по сей день есть немало людей, даже проживших всю жизнь возле лососевых рек, которые так и не могут поверить, что серебристый десятикилограммовый лосось и невзрачный полосатый малютка, который редко потянет и на 200 граммов, — родные братья. Маленьких толстячков на-

зывают обычно форельками или коповичками (видимо, за их деловитость), за серьезную рыбу не признают. Спросишь иной раз кого-нибудь из местных: «А что, есть в вашей реке молодёжь лосося?» — и услышишь в ответ: «Нет, лосось сюда только с моря заходит. По осени бывает, а сейчас нету».

Не дегенераты, а акселераты

В общем, не нравились карликовые самцы ни рыбакам, ни исследователям: хоть и признали их за лососей, но, однако же, заподозрили в генетической неполноценности. Идея оказалась такой популярной, что мне даже пришлось услышать как-то от знакомого рыбнадзора: «Как вы, ученые, нам объясняете, карликовые самцы появляются из неоплодотворенной икры лосося».

Что ж, бывает: перепутал человек карликовых самцов с трутнями, но такая путаница очень показательна.

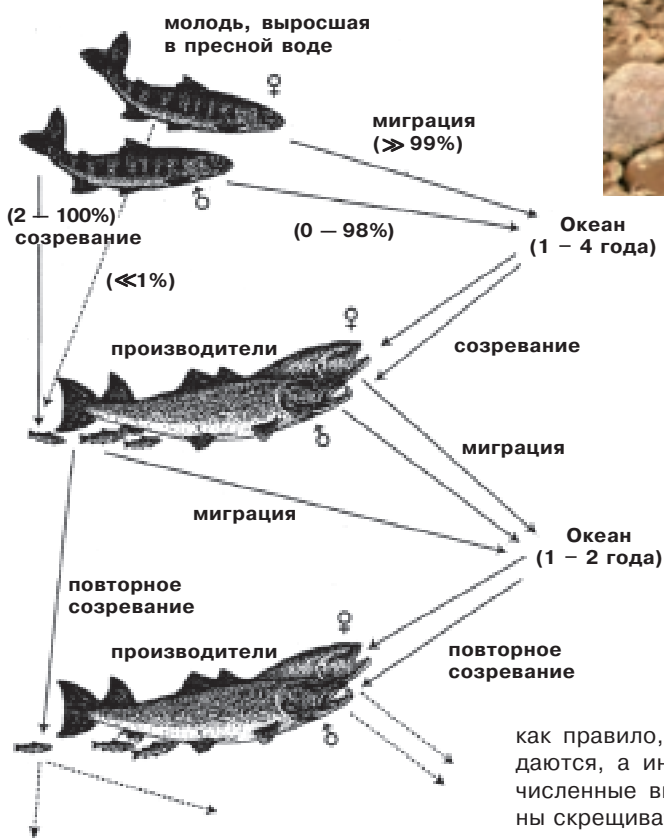
Вообще-то, конечно, неоплодотворенная икра, содержащая только один, материнский, набор хромосом, у лососевых рыб не развивается. Но кое-какие отличия в составе ДНК карликовых самцов по сравнению с ДНК крупных рыб все-таки имеются. Похоже, что некоторые последовательности нукле-

Поймать такую большую семгу удается не часто



Фото А.Е.Веселова

Жизненный цикл семги



отидов в их геноме повторяются не один, а много раз, однако не в составе хромосом, а в виде отдельных кольцевых молекул, которые по наследству не передаются. Эти колечки синтезируются в половых клетках только у карликовых самцов: может быть, как раз гены, содержащиеся в них, и помогают маленьким рыбкам созревать быстрее обычного.

Но ни о какой генетической неполноценности речи тут, разумеется, нет: ведь в хромосомах у карликов содержится точно такая же ДНК, как и у крупных самцов, да, по-видимому, есть еще и небольшой «довесок» к геному. Потомству он, как уже было сказано, не передается, но потомство это, по неизвестным пока науке причинам, выживает в некоторых случаях лучше, чем те рыбки, что развиваются из икринок, оплодотворенных «настоящими мужчинами».

Не исключено, что причина этого явления все-таки генетическая. Ученые убедились, что карлики отличаются от крупных самцов большей степенью гетерозиготности: в паре хромосом, одна из которых получена от матери, а дру-

гая от отца, у них чаще встречаются не одинаковые варианты генов, а разные. (В подобных случаях генетики говорят, что гомологичные хромосомы несут разные аллели гена и особь по этому гену гетерозиготна.)

Между тем сейчас уже хорошо известно, что если гетерозиготность низка (то есть генов, представленных в организме сразу двумя разными аллелями, мало), это, как правило, плохо. Недаром вырождаются, а иногда и вымирают малочисленные виды: животные вынуждены скрещиваться со своими близкими родственниками и гетерозиготность у потомства при этом постоянно понижается.

С другой стороны, высокая гетерозиготность вызывает ускорение роста и раннее созревание. Эта зависимость, впервые обнаруженная именно у лососей Ю.П.Алтуховым (ныне академиком), действительно для всех живых существ, не исключая и человека (см. «Химию и жизнь», 2000, № 10).

Маленькие, да удаленькие

И тут уж впору забеспокоиться: а получается ли у карликовых самцов передать свой полезный набор генов достаточно большому числу потомков?

Как можно догадаться, вопрос этот особенно беспокоил темпераментных французов и испанцев. Неудивительно, что в изучении любовных игр лососей именно они продвинулись дальше всех. Применяя современные методики определения отцовства, ученые этих стран установили, что карликовые самцы, собравшись на нерестилище в достаточно большом количе-

стве, могут оплодотворить до 90% икринок, хотя каждый из них, как правило, сильно уступает по плодовитости любому крупному производителю.

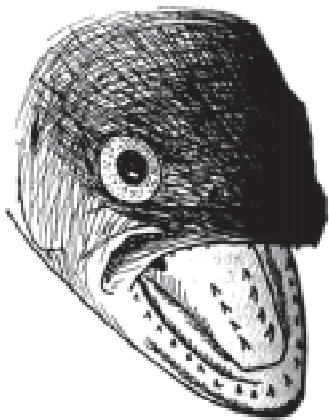
Поэтому остается вопрос: почему эти странные малыши до сих пор не сметены естественным отбором? А дело, видимо, в том, что и у лососей, и у людей «настоящие мужчины» ведут жизнь, полную опасностей. Рыбка, выходящая в море, рискует больше, чем моряк: вернуться в родную реку суждено в лучшем случае одной из двадцати—тридцати. Карликовые самцы тоже, конечно, могут погибнуть — в когтях чайки или выдры, например, — но вероятность дожить до нереста у них выше. Низкая плодовитость компенсируется высокими шансами принять участие в продолжении лососевого рода.

Более того, сперматозоиды карликовых самцов, оказывается, более жизнеспособны, чем у их крупных конкурентов, да и смертность среди их потомков ниже. В общем, проиграв схватку на уровне организмов, карликовые самцы берут реванш на клеточном уровне.

На перепутье

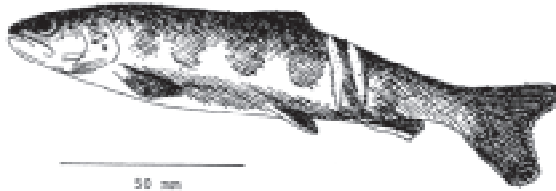
Многим, вероятно, памятна сентиментальные кадры из фильма Кусто: лососи, отнерестившись, погибают тут же, в реке. Судьба лососевых рыб многих дальневосточных видов и вправду предопределена: в период подготовки к нересту у них атрофируются жизненно важные органы, в частности пищеварительная система. В реке они уже не едят, и гибель этих рыб после нереста, увы, неизбежна.

Однако в Европе есть некоторые виды лососей (например, семга и кумжа), для которых конец брачного периода совсем не обязательно совпадает с концом жизни. В одной из рек Архангельской области ихтиологам как-то довелось поймать самку атлантического лосося, которая нерестилась восьмой раз! Так что если нерест за-



50 mm

Шведские ученые установили, что в период нереста карликовые самцы лососей нередко страдают от зубов своих крупных сородичей



50 mm



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ ЛЮБВИ

вершается благополучно, рыбы возвращаются в море, отъедаются, а через год-два нерестятся снова.

Ну а как же наши карликовые самцы? У них снова появляются преимущества перед большими проходными рыбами. Если могучие конкуренты не нанесли им тяжких телесных повреждений и самка не забросала камнями, карлики обычно выживают. Более того, работники одного из лососевых рыбозаводов заметили, что, если отлавливать преждевременно созревших рыбок и сцеживать у них молоки, они сразу же делаются веселыми и бодрыми, легче переносят зимовку, реже гибнут.

К тому же в природе карликовым самцам не надо расходовать силы на утомительный и небезопасный путь к морю, так что большинство из них благополучно дотягивает до весны. А уж тут на выбор: хочешь — готовься к следующему нересту, а хочешь — отправляйся в море, подрасти и, вернувшись по осени в реку, постарайся отомстить своим братьям-обидчикам и очаровать самок, которые пренебрегали тобой в прошлом году. Да, именно так: карликовые самцы еще могут вырасти, хотя эту возможность они используют не всегда.

Кому он нужен, этот карлик?

Весь опыт изучения живого подсказывает: если какое-то явление существует в природе достаточно долго, значит, в

нем есть нужда. И карликовость части особей — не исключение. По наблюдениям ученых, бывают случаи, когда без карликовых самцов вообще не обойтись: «В маленьких притоках и мелководных речках иногда в сухую осень только самки проходят через перекаты и пороги и достигают нерестилищ, самцы же, отличающиеся более крупными размерами, задерживаются мелководьем в нижней части речек и на нерестилища попадают лишь в небольшом количестве». Поэтому карликовые самцы — вовсе даже и не паразиты.

Естественному отбору, в отличие от недальновидных самок, милы и крупные, и мелкие самцы — он поддерживает определенное соотношение между ними в каждой популяции. Однако самцов промежуточного размера отбор жестоко выбраковывает: если они появляются, то, с одной стороны, неизбежно проигрывают в честном бою крупным самцам, но, с другой стороны, и укрыться от них как следует, в отличие от карликов, не могут.

Здесь срабатывает принцип группового, а не индивидуального отбора. Две формы самцов в единой популяции, имеющие примерно одинаковый генетический потенциал, но принципиально отличающиеся друг от друга как по своему образу жизни, так и по поведению во время нереста, — это, оказывается, выгодно для вида в целом. Благодаря этому адаптационные возможности лососей существенно расширяются: они могут использовать пищевые ресурсы как моря, так и реки.

Показательно, что число карликов начинает расти именно тогда, когда риск гибели крупных самцов увеличивается. А в последнее десятилетие это

происходит в очень многих реках: большие рыбы все чаще попадают на стол к браконьерам и только очень немногим крупным производителям удается оставить потомство.

А подорванная популяция адаптируется — все больше самцов созревает в реке, так и не повидав морских просторов. Здесь срабатывают, видимо, сразу два фактора: наряду с отбором в пользу карликовых самцов, в обезрыбевшей реке улучшаются условия откорма молоди, что, как было сказано выше, провоцирует ее раннее созревание. Причем наряду с карликовыми самцами, достаточно широко распространенными, в некоторых речках появляются и карликовые самки, а это для многих видов лососей уже совершенно нетипично.

В XVII веке лососи еще поднимались из Каспийского моря в Волгу. Отсюда на царский стол доставляли тысячи рыбин средним весом около одиннадцати с половиной килограммов. Как писали заезжие иностранцы, даже в Москве-реке ловили в ту пору рыбу «с брюхом, полным вкусными мешочками красной икры». Куда же она исчезла, спрашивается? Неужели всех до единой истребили?

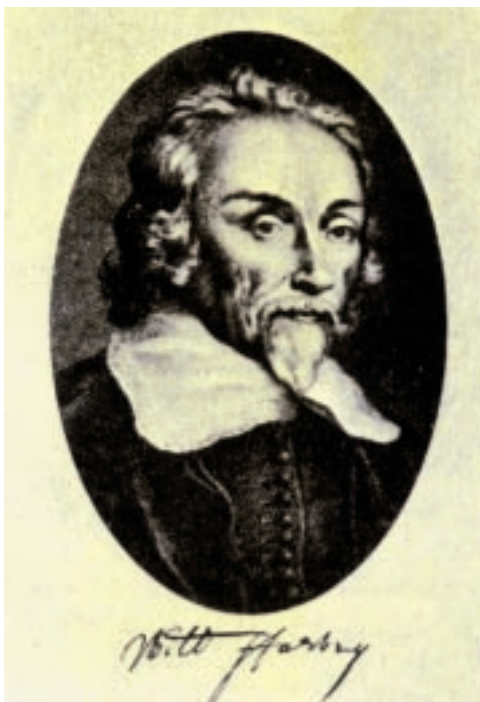
Нет, не всех, существует эта рыба и поныне. В некоторых речках бассейна Волги живут маленькие пятнистые рыбки — форели. Они сохранили гены своего пудового предка, но идти в далекое море по грязноватой Волге, через плотины, шлюзы и сети, больше не стремятся. Фактически человек провоцирует эволюцию вспять: ведь когда-то крупные лососи произошли от маленьких пресноводных рыбок, подобных современным карликовым самцам.

В общем, вывод из всего сказанного следует очень простой: если мы будем чересчур усердно вылавливать крупных рыб, то рано или поздно непременно загоним лососей обратно в реки и наши потомки будут знать их как маленьких толстеньких полосатых рыбок.



Фото А. Е. Веселова





Первую половину XVII века справедливо считают началом Нового времени. Его отличительной чертой стало возникновение науки в том смысле, в котором ее понимают в наши дни. На исторической арене появился новый социальный тип — ученый. Появился и постепенно, мучительным и вдохновенным трудом, создал свою нишу, без которой сегодня уже невозможно представить человечество.

А тогда, то есть почти четыреста лет назад, эти люди сделали принципиальный шаг в исследовании природы: они перешли от религиозно-философских рассуждений и случайного собирательства фактов к их теоретическому обоснованию и, главное, к систематическому экспериментированию. В то время в Европе блистали гениальные умы, выдающиеся личности: Г.Галилей, Ф.Бэкон, Б.Паскаль, Т.Мор, В.Шекспир и многие другие великие ученые, философы, поэты и писатели. И тогда же, конкретно в 1628 году, в Англии вышел труд, которому было суждено совершить переворот во взглядах на кровеносную систему человека. Он назывался «Анатомическое исследование о движении сердца и крови у животных». Автор — Уильям Гарвей.

Анатомия крови и чести

А.М. Черников

Труд Гарвея не только редкой ценности плод его ума, но и подвиг его смелости и самоотвержения.

И.П. Павлов

Он родился 1 апреля 1578 года в английском городке Фолькстоне, что на берегу Ла-Манша. Отец будущего ученого занимался торговлей и имел значительное состояние. Десяти лет Вильям поступил в Кентерберийский колледж, где оставался до шестнадцатилетнего возраста, а затем стал студентом Кембриджского университета. Там в течение четырех лет он изучал натурфилософию и медицину и, закончив общий курс, получил степень бакалавра.

После этого жизнь Гарвея уже навсегда связана с медициной. Он побывал во Франции, Германии и потом на некоторое время обосновался в Италии, где вновь поступил в университет, на сей раз Падуанский. Среди здешних профессоров было много передовых ученых того времени, особенно профессор Фабриций, обесмертивший свое имя открытием венных клапанов и исследованиями развития яйца (что впоследствии назовут эмбриологией). Фабриций стал наставником молодого медика-ученого, и первые открытия Гарвея, физиологические и эмбриологические, — это естественное продолжение и развитие идей его учителя.

В 1602 году Гарвей получил докторский диплом и возвратился в Англию, в Лондон, где занялся врачебной практикой. Уже вскоре на его профессиональный талант обратили внимание, следствие чему — стремительная карьера и известность. В 1607 году Гарвея избрали членом Лондонской королевской коллегии врачей, а это была высокая честь. В 1609 году он получил должность врача при госпитале Св. Варфоломея. Его пациентами были знатные и знаменитые люди — такие, как лорд-канцлер граф Арондель, философ Фрэнсис Бэкон. Не исключено, что эти связи дали Гарвею возможность занять место придворного медика — сначала при короле Якове I, а после смерти последнего — при Карле I.

Опровергнуть Галена!

А дальше — удивительно. Удивительно, но логично.

Свои взгляды на кровообращение Гарвей впервые изложил еще в 1615 году, на лекции в Лондонской королевской коллегии, где его пригласили занять кафедру анатомии и хирургии. Изложил, то есть рассказал — представил слушателям устно. Да, его выводы были основаны на многочисленных наблюдениях и опытах, и тем не менее Гарвей решился опубликовать свое учение о кровообращении лишь спустя тринадцать лет, в 1628 году. Почему?

В те годы религиозно-философская картина мира, доставшаяся зарождающейся экспериментальной науке в наследство от средневековья, входила в противоречие с новыми опытными данными. Разброд и шатанье. Яростные споры, наветы, дух критицизма, внезапное признание и столь же внезапное отвержение. Новое неуклонно подавляло старое, но последнее зиждилось на традициях полутора десятков веков. Такого в истории науки (или того, что можно было назвать наукой) не случалось никогда!

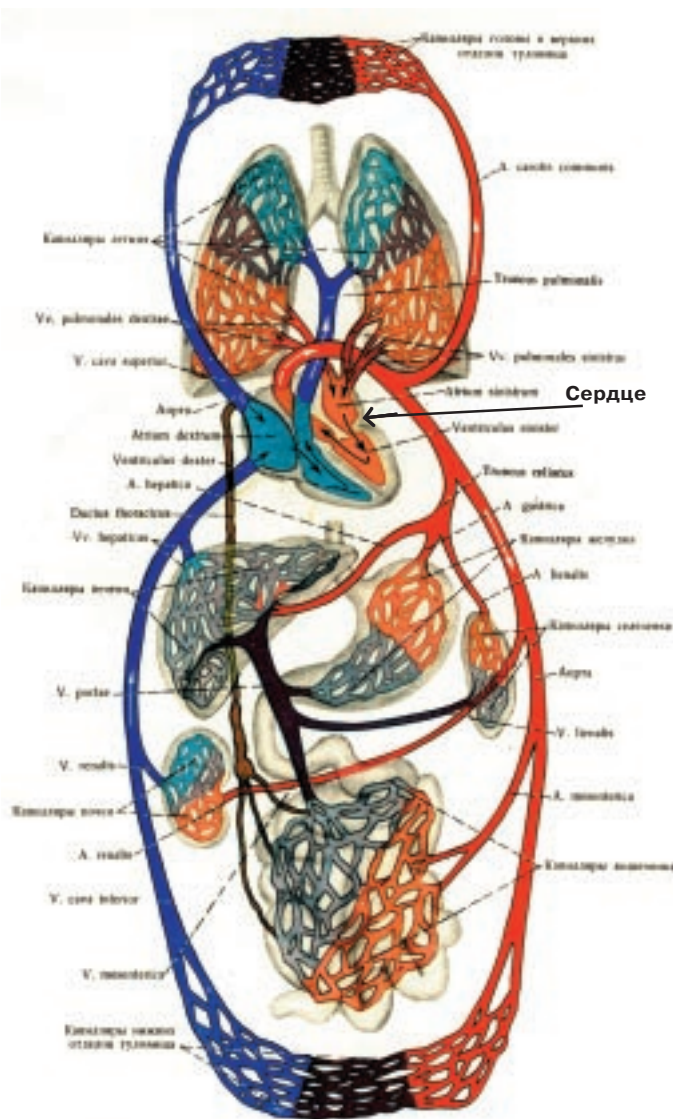
Вспомним: основной концепцией тогда еще оставалась теория первоэлементов, восходящая к философам античного мира. Согласно этой концепции, тело человека рассматривали как соединение четырех первоэлементов-стихий: «огня», «воды», «воздуха» и «земли», а функции органов сводились к поддержанию равновесия между этими элементами-стихиями путем охлаждения, осушения, нагревания и вентиляции. Например, упомянутый нами выше профессор анатомии и хирургии Падуанского университета Фабриций писал: «Вследствие недостаточности пульса сердца и артерий для вентиляции и охлаждения, природа приспособила для этого легкие». Или еще: для обозначения движений сердца и артерий (то есть их пульсации) широко использовали термины «диастола» (от

**Справка:**

«...Таким образом, получается замкнутый, или Общий, круг кровообращения. В общем круге кровообращения различают Малый круг кровообращения и Большой круг кровообращения. Малым (или легочным) кругом называют участок, начиная от правого желудочка сердца, через легочный ствол, его разветвления, капиллярную сеть легких, легочные вены и заканчивая левым предсердием. Большим кругом кровообращения называют участок, начиная от левого желудочка сердца, через аорту, ее ветви, капиллярную сеть и вены органов и тканей всего тела и заканчивая правым предсердием.

Следовательно, кровообращение совершается по двум, связанным между собой в полостях сердца, кругам кровообращения...»

*Из современного
Анатомического атласа*



в 1490 году в Венеции. Можно говорить без всякого преувеличения, что труды Галена были настоящей медицинской энциклопедией своего времени. В них достаточно верно описаны функции основных систем и органов человеческого тела, способы профилактики и диагностики болезней, разработаны основы физиологии нервной системы. Большое внимание Гален уделил фармакологии и диетологии.

Но при всем при том... Вот пример. В медицине начала XVII века, и опять же с подачи Галена, было распространено мнение, что у человека между левым и правым желудочками сердца есть сообщение — отверстие в перегородке. Заметим, такое отверстие (foramen ovale — овальное отверстие) в межжелудочковой перегородке действительно есть, но только у эмбриона, и оно зарастает после рождения в первые недели жизни. Если последнего не происходит, то это уже серьезный порок сердца, ибо артериальная кровь постоянно смешивается с венозной, что для человека, в отличие от его эмбриона, недопустимо (спасение — хирургическая операция в детстве, что стало возможным только начиная с середины XX столетия).

По поводу причин такой грубой ошибки Галена существует несколько гипотез: вскрытие трупа человека, страдавшего этим пороком сердца, или вскрытие эмбриона, или вскрытие... крокодила. Последнее предположение связано с тем, что Гален долгое время занимал должность врача гладиаторов в своем родном городе Пергаме. Там нередко устраивали бои военных рабов с крупными животными, в том числе с нильскими крокодилами, которых специально для этого доставляли из Египта. А у крокодила желудочки сердца и вправду сообщаются между собой. Вот Гален вскрыл его — и сделал вывод. Так сказать, экстраполировал на человека... Впрочем, повторим, это только гипотеза.

Крупнейший анатом эпохи Возрождения, основатель кафедры анатомии

греческого — растягивание) и «систола» (сжимание, сокращение), известные с античных времен и, в соответствии с мнением древнеримского авторитета медицины Галена, считали, что артерии расширяются и насыщаются в себя кровь, подобно тому, как кузнечные меха при раздувании насыщают воздух. Причиной пульсации сосудов со времен Галена считалась особая сила — «vis pulsifica», распространяющаяся от сердца, но не связанная с движением крови. Течение крови описывалось теорией «приливов — отливов»: кровь от сердца приливает к органам, после чего следует отлив. Приливу крови соответствует диастола, а отливу — систола (то есть, с сегодняшних позиций, все наоборот!). Кровь сравнивали с морской водой, прибывающей на берег во время прилива и отступающей при отливе.

О Галене мы тут вспомнили не зря. Влияние этого античного ученого на

анатомическую науку начала XVII века было еще очень сильным, поэтому здесь никак нельзя обойти вниманием его личность.

Клавдий Гален, древнеримский врач и анатом, родился в 131 году в Пергаме, городе в Малой Азии. По меркам того времени он получил уникальное образование: анатомию изучал в Смирне и на Коринфе, методику лечения — в Лемносе на острове Кипр, врачевание травами — в Палестине. Многие годы Гален был врачом императора Марка Аврелия, а после его смерти — врачом его сына, императора Коммода. Умер Гален в 201 году.

Многочисленные переводы его трудов сохранились на сирийском и арабском языках, но латинские первоисточники, к несчастью, погибли во время пожара в 192 году. В средние века арабские варианты анатомии Галена стали известны в Европе, хотя издание на латыни увидело свет лишь

Падуанского университета Андреас Везалий обнаружил в трудах Галена более двухсот ошибок и, в частности, указал на то, что не существует отверстия в перегородке, разделяющей желудочки сердца. Тем не менее Везалий по-прежнему учил, что кровь «просачивается» из правого желудочка в левый через некие невидимые поры. Такова была вера в авторитет античного Галена!

Так вот, в своей работе Гарвей решительно выступил против мнения Галена (и, заметим, многих своих современников) о существовании сообщения между желудочками сердца. «Клянусь, что нет никаких отверстий (в перегородке между желудочками. — А. Ч.) и нельзя их указать. Кроме того, сердечная перегородка плотнее, чем какая-либо другая часть тела, за исключением костей и нервов... Для чего же прибегать к указанию пути для крови в левый желудочек через невидимые поры, если имеется открытый путь через венозную артерию. Что касается меня, то мне странно, зачем создают дорогу через твердую, толстую, крепкую сердечную перегородку, а не через открытый венозный сосуд и через рыхлую губчатую массу легкого».

«Жребий брошен!»

Один из важных моментов научной революции, совершенной Гарвеем в анатомии и медицине, — это придание нового смысла старым терминам «артерия» и «вена».

В древности все кровеносные сосуды называли венами. Позднее, исследуя сосуды на трупах, анатомы иногда не находили в них крови и поэтому полагали, что по этим сосудам (некоторым) к различным частям тела доставляется воздух. Ведь по-гречески полая трубка, несущая воздух, называется «артерия». Так и стали называть сосуды человеческого тела, которые посмертно будто бы не содержат кровь. Однако еще Гален экспериментально доказал, что артерии, равно как и вены, переносят именно кровь, а не воздух. И Гарвей, развивая мысль античного анатома, подтвердил это: «Правый желудочек посылает кровь в легкие при помощи сосуда, называемого артериальной веной, хотя в действительности этот сосуд по своему устройству, назначению и расположению является артерией».

Цвет крови, протекающей в сосудах, был тогда важным критерием для их классификации на вены и артерии. Многие из противников Гарвея указывали на то, что различие между

венозной и артериальной кровью несовместимо с его новым учением о кровообращении. Сегодня даже школьники знают, что в легочной артерии течет венозная кровь, а в легочных венах — артериальная (см. схему). Но мало кто вспомнит, что еще в начале XVII века названия сосудов малого круга кровообращения (сердце — легкие — сердце) были противоположными: легочную артерию называли артериальной веной, а легочные вены — венозной артерией. Вероятно, чтобы избежать путаницы при описании проведенных им экспериментов, Гарвей продолжал пользоваться старыми терминами. Однако изменение смысла общепринятых названий (а именно это сделал Гарвей) — уже само по себе свидетельство возникновения новой научной парадигмы. «И вены и артерии, у древних неправильно называемые венами, как это заметил Гален, есть сосуды для проведения крови; одни из них — очевидно, артерии — несут кровь из сердца в органы, другие возвращают кровь в сердце. Одни исходят из сердца, другие входят в него. Одни содержат холодную и истощенную кровь, непригодную для питания, другие — кровь теплую, совершенную и питательную». Говоря сегодняшним языком, это кровь венозная, «отработанная», в том числе лишенная кислорода, и артериальная, насыщенная кислородом и исходными продуктами питания клеток.

Таково принципиальное положение исследований Гарвея, изложенное в его фундаментальном труде — «Анатомическом исследовании». Но это еще далеко не все. Вот, может быть, главное. Обобщая наблюдения и данные многих экспериментов над холодно-кровными и теплокровными животными, Гарвей наконец-то (наконец-то — для его современников и, конечно, для нас, потомков) делает вывод: раньше моменты сокращения сердца ошибочно называли диастолой, а расслабления — систолой. Все наоборот! И четко определяет фазы работы сердца. «Предполагали, что момент удара в грудь с ощущением толчка снаружи и есть расслабление и наполнение желудочков кровью, тогда как в действительности это бывает наоборот, ибо удар сердца отвечает его сокращению и опоражниванию. Следовательно, то, что считалось диастолой, в действительности есть систола, и активность сердца отвечает не диастоле, но систоле, ибо в этот момент оно двигается, напрягается и крепнет».

В третьей главе «Анатомического исследования» (ее название — «На-

блюдение над движениями артерий при вивисекциях») Гарвей опять противоречит Галену, опровергая его взгляд на мифическую силу пульса: «Артериальный пульс сосудов всего тела происходит от одной и той же причины: именно от сокращения левого желудочка; пульс же артериальной вены (по-нашему, легочной артерии. — А. Ч.) — результат сокращения правого желудочка».

Далее — четвертая глава: «Движение сердца и предсердий, наблюдаемые при вивисекциях». Здесь Гарвей объясняет, каким образом кровь поступает в желудочки сердца. «И если в момент сокращения предсердий разрезать верхушку сердца, то тотчас увидим бьющую фонтаном кровь при каждом сокращении предсердий. Этот факт доказывает, каким образом кровь проходит в желудочки: она проходит при помощи сокращения предсердий, а отнюдь не при растяжении, исходящим от растяжения желудочков». С сегодняшних позиций, это, казалось бы, мелочь, а тогда! Тогда речь шла о принципиальнейшей вещи — разгадке механизма работы сердца, а стало быть, основы нашего анатомо-физиологического существования. По значимости сделанного Гарвеем в начале XVII века открытия сегодня это можно сопоставить с открытием структуры ДНК.

И наконец, глава восьмая: «О количестве крови, проходящей через сердце из вен в артерии, и о круговом движении крови». Именно в этой главе — суть доктрины Гарвея и ее основное доказательство. Формально (феноменологически): есть два круга кровообращения — большой и малый, и кровь, благодаря сердечной деятельности, замкнуто двигается по этим кругам. И уже не формально: ключевой фактор, на основе которого анатом разработал свою теорию, представлял собой расчет количества крови, проходящей по одному венозному сосуду в единицу времени.

Давайте вспомним. В начале XVII века количественный подход при анализе биологических явлений был не только малоизвестным — его в общем-то не существовало. И вот — Гарвей. Анатом, а можно сказать, и первый биометрик. Словом, революционер биологической науки (анатомии, физиологии, медицины).

И Гарвей осознал это, то есть понимал, что опередил свое время. Печально и прекрасно, не правда ли? Он писал: «Может быть, мои рассуждения о проходе крови из вен в артерии, о тех путях, по которым это происходит, и о значении движения сердца и мог-

ли бы быть приемлемы для некоторых, которые признают авторитет Галена... и прочих анатомов, но то, о чем я теперь собираюсь говорить (а эти пункты в высшей степени достойны рассмотрения) — о массе крови, проходящей в артерии, и о ее назначении, — так ново и неслыханно, что я опасаясь не только ненависти некоторых лиц, но и всеобщего враждебного отношения: доктрина, глубоко вкоренившаяся в сознание, является для нас как бы второй природой, в особенности если к этому присоединяется еще и уважение к древности. Тем не менее жребий брошен! Я верю в чистоту сердца и любовь к истине людей науки».

Он убеждал простотой и точностью выполненных экспериментов. И последующими расчетами. И единственно возможными выводами. Если «такое громадное количество крови проходит в этой маленькой части вены в такое короткое время», то это неопровержимо свидетельствует о циркулярном движении крови.

Ну а выводы, они, как и положено, в «Заключении о кругообращении крови» (глава четырнадцатая). Послушаем самого Гарвея:

«Теоретические изыскания и эксперименты подтвердили следующее: кровь проходит через легкие и сердце благодаря сокращению желудочков, из которых она посылается во все тело, проникает в вены и «поры ткани» и по венам, сначала по тонким, а потом по более крупным, возвращается от периферии к центру и, наконец, через полую вену приходит в правое предсердие. Таким образом, кровь течет по артериям из центра на периферию, а по венам от периферии к центру в громадном количестве. Это количество крови больше того, что могла бы дать пища, а также больше того, которое нужно для питания тела. Следовательно, необходимо заключить, что у животных кровь находится в круговом и постоянном движении. В этом и состоит деятельность — или функция — сердца, осуществляемая посредством биения. И конечно, движение сердца и деятельность, проявляемая во время пульса, — одно и то же»...

Любознательных людей обычно интересует, каким образом первооткрывателю удалось совершить свое открытие — ведь по прошествии лет истина кажется такой простой!

В записках знаменитого английского химика, одного из учредителей Лондонского королевского общества Роберта Бойля сохранилось свидетельство о том, как Гарвей наконец понял, что такое кровообращение — точнее, система кровообращения. «Я припо-

минаю, — писал Бойль, — что когда я спросил у нашего знаменитого Гарвея, в единственном разговоре, который мне довелось иметь с ним (незадолго до его кончины), какое обстоятельство навело его на мысль о кровообращении, то получил ответ, что это случилось после того, когда он заметил, что венозные клапаны, находящиеся в различных частях тела, пропускают кровь к сердцу, но не позволяют ей возвращаться обратно».

Да, это был, конечно, особый момент — момент озарения! Ведь, благодаря этим специфическим клапанам и постоянным сокращениям сердца, в венах, в отличие от артерий, создается отрицательное давление, что и способствует «присасыванию» крови, протекающей в венах, к сердцу. Замкнутый круг. В данном случае — большой круг кровообращения.

Казалось бы, мелочь — венозные клапаны. А именно благодаря пониманию их функции Гарвей однажды мысленно увидел всю картину кровообращения в целом!

Манифест этики науки

Он сделал уже слишком многое — совершил открытие, ставшее основой современной кардиологии и кардиохирургии, пульмонологии, гематологии. Но оказалось, и это еще не все. На очереди были: обоснование новых медицинских наук, педагогическая и просветительская деятельность.

Патанатомия, или, если точнее, патологическая анатомия. До Гарвея этого раздела медицины просто не существовало. Суть тут в следующем: Гарвей первым понял, что патология — это, говоря сегодняшним языком, прекрасная и удобная модель для изучения нормы. И медицину тоже, если угодно, можно рассматривать (и использовать) как способ познания общих биологических закономерностей. «...Из изучения патологии — происходит польза... и представляются возможности нахождения многих новых лекарств... Не всякий легко поверит, насколько в болезнях, особенно хронических, разрушаются внутренности и какие необыкновенные явления возникают во внутренних частях. Осмелюсь также сказать, что вскрытие пораженного болезнью тела, или изнуренного застарелой болезнью, или отравленного принесет больше пользы медицине, чем десять тел повешенных» (то есть, имел в виду Гарвей, людей здоровых).

Конспекты лекций Гарвея, написанные на английском и латыни и изданные Лондонской коллегией врачей в



ПОРТРЕТЫ

1886 году, включают одиннадцать тезисов, которые, выражаясь современным научным языком, следует назвать методическими указаниями к практическим занятиям по анатомии. В этих тезисах Гарвей изложил свой педагогический опыт, который не утратил значения и в наши дни.

Свой труд Гарвей посвятил, как и положено (а может, искренне?), «светлейшему и непобедимейшему Карлу, королю Великобритании, Франции и Ирландии, защитнику веры». Однако затем знаменитый анатом обращается уже непосредственно к врачам — к тем, от кого зависит профессиональная оценка его теории: «Я давно уже изложил ученым врачам в своих анатомических лекциях новое учение о движении и отправлении сердца и сосудов. А теперь в этой книжке я отдаю на суд всем свое учение после того, как уже более девяти лет я доказывал его на опытах и демонстрациях и пояснял разными соображениями и доводами, опровергая возражения многочисленных анатомов... Я имел бы мало надежды на то, чтобы эта книжка могла беспрепятственно появиться, если бы я не посвятил ее вам, высокоуважаемые врачи. В вас я нахожу защиту всех тех наблюдений, из которых я или черпаю истину, или на основании которых я опровергаю ложное. На многих из вас как на достойных всякого доверия я могу сослаться, потому что вы были свидетелями моих вскрытий, где обычно присутствовали и честно соглашались с очевидными фактами».

Это обращение к врачам — по сути, манифест этики науки Нового времени. Оно изложено кристально ясным языком, и нам кажется полезным продолжить — чтобы наши современники послушали Галена и дальше:

«Подлинно просвещенные люди, движимые горячей любовью к мудрости и истине, никогда не считают себя настолько мудрыми и ум свой настолько самодовлеющим, чтобы не принять истину, когда бы и откуда бы она не пришла; их кругозор не настолько узок, чтобы считать, что все сделанное в науке и искусствах является настолько



ПОРТРЕТЫ

законченным и совершенным, что для старания и труда новых деятелей не осталось ничего. Большинство сознает, что все наше знание представляет только небольшую часть того, что нам неизвестно. Такие просвещенные люди не лишают себя свободы исследования и не подчиняются рабски преданиям и предписаниям авторитетов настолько, чтобы не верить собственным глазам, и не настолько преклоняются перед авторитетом старины как своей учительницы, чтобы изменить правде. Однаково бессмысленными считают тех левоверных людей, которые все принимают с первого взгляда, как и тех, кто не видит явно ощущаемого, кто не признает дня в полдень. Они учат в научном исследовании избегать поэтических вымыслов и народных сказок, как и скептических отказов от исследований. Все честные и настоящие ученые никогда не поддаются до такой степени зависти или раздражению, чтобы не выслушать хладнокровно того, что высказывается ради истины, и чтобы не понять правильно освещенного факта. Они не считают позором менять свое мнение, если правдоподобность и явное доказательство этого требуют. Они не считают постыдным отказаться от заблуждения...»

К категории таких ученых (заметим сегодня: почти уже редких, а потому особо ценных) относился и сам Гарвей. И потому, проживи еще с десяток лет, он, без сомнения, с пониманием и удовлетворением отнесся бы к тому, что в его теории кровообращения исправлен некий пробел (кстати, оказавшийся единственным). Это тоже к разговору об этике в науке.

Так что это за пробел? Гарвей не знал (не мог знать!), каким образом артерии сообщаются с венами, — он не видел движения крови по капиллярам, так как не работал с микроскопом, и по той простой причине, что последнего просто еще не существовало. В своей книге Гарвей неоднократно упоминает термины «анастомозы» и «поры тканей», по которым, согласно его теории, осуществляется циркуляция крови, то есть пере-

ход из артериальной сети в венозную. Такое сообщение между артериями и венами (что и создает замкнутый круг) не вызвало у Гарвея и тени сомнения. Но фактов не было.

Конечно, как и всякий истинный ученый, он оказался провидцем. Прошли годы, и настоящий научный интерес к исследованию микроскопического уровня организации сформировался под влиянием работ Гука, Левенгука, Сваммердама и других. В 1661 году итальянский исследователь Марчелло Мальпиги рассматривал и описал капилляры и наблюдал переход крови из артерий в вены в легких и брыжжейке лягушки. Несколько позднее, но независимо от него, Левенгук наблюдал то же явление в хвосте головастика.

Вот каким образом теория кровообращения Гарвея получила окончательное подтверждение.

А за несколько десятилетий до того, после публикации «Анатомического исследования» Гарвея, против его учения (и понятно, против него лично) с мракобесными обвинениями и оскорблениями выступили многие тогдашние врачи и ученые, имена которых сохранились в истории науки только благодаря этому факту — их нападкам на Гарвея. Тем не менее в течение последовавших лет анатому-реформатору пришлось пережить множество невзгод: его объявляли сумасшедшим, он потерял значительную часть своей практики, его пытались очернить перед королем. Но Гарвей выстоял и дождался триумфа своей теории.

Кстати, о характере, что здесь немаловажно. К невздам, постигшим его лично, а также Англию во время революции в середине XVII века, Гарвей относился как к стихийному бедствию. А стихийное бедствие, конечно, не зависит от чьего-либо злого умысла. «Человек — только злобная обезьяна», — говаривал он в шутку, причем задолго до Дарвина и других эволюционистов, утверждавших о филогенетической связи человека с обезьянами. «Мой способ шутить заключается в том, чтобы говорить правду». Эти слова много позднее сказал Марк Твен. Создается

впечатление, что такой же стиль остроумия был не чужд и Уильяму Гарвею.

А ученый, если он еще и остроумный человек, не может не додуматься до чего-то особенного, принципиального. Занимаясь в последние годы жизни эмбриологией, Гарвей додумался до положения, что живородящие животные, так же, как и яйцеродные, развиваются из яйца, и выразил свой взгляд на развитие животных в форме знаменитого теперь афоризма «*Omne animal ex ovo*» (всякое животное из яйца). Эти эмбриологические исследования Гарвея имели огромное практическое значение, в частности для акушерства и лечения женских болезней. Ну а теоретическое, выраженное в книге «О рождении животных», состояло в том, что там Гарвей предвосхитил ни много ни мало биогенетический закон, утверждая, что в периоде утробной жизни развивающееся животное проходит все стадии животной лестницы. Этот основополагающий закон биологии, гласящий, что филогенез (историческое развитие) повторяется в индивидуальном развитии (онтогенезе), был сформулирован немецким биологом Э.Геккелем лишь в 1866 году, то есть более чем через двести лет после предсказаний Гарвея.

Действительно, ни много ни мало. Но это — теория, а что до практики, то вот мнение И.П.Павлова: «Врач Вильям Гарвей подсмотрел одну из важнейших функций организма — кровообращение и тем заложил фундамент новому отделу точного человеческого знания — физиологии животных».

Остается согласиться, ибо в физиологии Иван Петрович Павлов, нобелевский лауреат, понимал очень многое и зря комплименты не раздаривал, тем более тем, кто жил до него за три столетия.



Игла-самокрутка

О. Тимофеева

Может ли человек сделать иглу диаметром в нанометры, а длиной — в сантиметры? Да, если он воспользуется технологией, которую придумали новосибирские ученые из лаборатории физики и технологии трехмерных наноструктур Института физики полупроводников СО РАН во главе с В.Я.Принцем.

Кто сворачивает бересту в ровные аккуратные трубочки? А никто — она сама сворачивается под действием механического напряжения. Береста состоит из нескольких слоев. Пока кора находится на березе, верхние ее слои растянуты сильнее, чем нижние. Когда же бересту снимают, верхние слои сжимаются и весь кусок скручивается в трубку. Похожий принцип — сворачивание напряженной пленочной гетероструктуры — удалось реализовать для получения сверхтонких игл.

Что это означает на практике? Рассмотрим технологию на примере. С помощью молекулярной лучевой эпитаксии на полупроводниковой подложке из фосфида индия выращивают слой из арсенида алюминия, так называемый жертвенный слой, который можно будет легко удалить. На нем выращивают еще два полупроводниковых слоя — из арсенида индия, и, сверху, — из арсенида галлия. Расстояние между атомами в кристалле арсенида индия больше, чем у арсенида галлия, но в таком «сэндвиче» атомы подстраиваются друг под дружку, поэтому верхний слой растянут, а нижний сжат.

В принципе, материалы могут быть почти любые, не обязательно GaAs/InAs. Важно, чтобы кристаллические решетки у этих веществ слегка отличались. Ученым удалось получить трубочки и из гетероструктур кремний/германий, и из металлов, например сочетания золото/титан.

Далее следует процедура селективного травления. Четырехэтажный «сан-

двич» опускают в слабый раствор плавиковой кислоты, где жертвенный слой растворяется, а все остальное — нет. После удаления жертвенного слоя ничто уже не сможет сдерживать напряжения, имеющиеся в верхней двухслойной гетероструктуре: она освобождается и сворачивается в тонкую длинную трубку. Диаметр трубки жестко задан и зависит от разницы в параметрах кристаллических решеток двух верхних слоев и их толщины, а длину можно сделать практически любую. Новосибирские ученые получили трубочки диаметром от 2 нанометров до 100 микрон, а в длину — до нескольких сантиметров при толщине стенок от 0,5 до 100 нм.

Зачем нужны такие трубочки? По мнению одного из авторов работы А.В.Принца, из «таких трубочек можно делать микроиглы для микроинъекций, в том числе прямо в биологические клетки, для микрохирургии, для отбора и анализа сверхмалых количеств жидкости — до 10^{-18} л. Ведь такие иглы обладают уникальными свойствами — фактически они представляют собой полые монокристаллы, ровные и прочные, со строго воспроизводимыми размерами и с атомарно гладкими стенками».

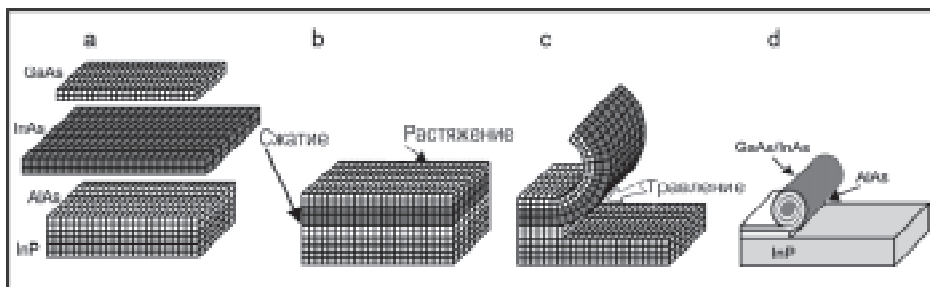


ФОТОИНФОРМАЦИЯ

Справка

Институт физики полупроводников Сибирского отделения Российской академии наук организован в 1962 г. Организатором и бессменным директором института в течение 28 лет был академик А.В.Ржанов. Под его руководством институт вырос, окреп и превратился в один из крупнейших исследовательских центров Сибирского отделения. В нем успешно развиваются как прикладные, так и фундаментальные исследования в области физики полупроводников, полупроводниковой микроэлектроники, микрофотозлектроники и акустоэлектроники. Сейчас Институт физики полупроводников — единственный специализированный институт этого профиля в Российской Федерации. В Интернете смотреть по адресу <http://www.isp.nsc.ru/>.

В лаборатории физики и технологии трехмерных наноструктур научная деятельность в основном направлена на две области исследований, а именно создание свободных трехмерных наноструктур и изучение их свойств; материаловедение и полупроводниковая технология (емкостные, СВЧ и транспортные методы). Сотрудники лаборатории имеют большой опыт в изучении сверхтонких свободных монокристаллических пленок и формировании из них трехмерных нанобъектов. Лаборатория активно сотрудничает с другими исследовательскими отделами, которые выращивают гетероструктуры, например из Ga/InGaAs, InAs/InGaAs, SiGe/Si, а также смотрят на нанобъекты с помощью высокоразрешающей туннельной электронной микроскопии. Про нанотрубочки писать письма Александру Викторовичу Принцу по адресу prinz@isp.nsc.ru.



Умная мышца марафонца

Доктор биологических наук
Б.С.Шенкман,
заведующий лабораторией
миологии ИМБП



Все меняется в этом мире, и красавицы с картин гениев Возрождения вряд ли заинтересовали бы специалистов из модельных агентств начала XXI века. Однако сила, выносливость, ловкость, красота мускулистого тела восхищают человечество со времен Фидия и Мирона и до наших дней. Спортивные баталии в той или иной форме всегда были притягательны для людей. С давних пор люди знали, что чемпионом надо родиться, но этого мало! Только тяжелые многочасовые тренировки, пот, боль и неудачи могут превратить юношу в атлета.

Сам феномен тренировки, преобразующей тело человека и животного, чрезвычайно интересовал титанов золотого века естественной истории: Линнея, Ламарка, Бюффона, Сент-Илера, Дарвина, Геккеля, Лесгафта. Они придавали настолько большое значение «упражнению — неупражнению органов», что некоторые из них считали этот фактор двигателем эволюции.

Прошел двадцатый век, изменивший естествознание. Физиологи те-

перь планируют, проводят и анализируют эксперименты с помощью компьютеров, пытаются разобраться в молекулярных основах явлений. Однако до недавнего времени никто даже не задумывался о том, каковы механизмы тренировки, каким образом двигательная активность или ее отсутствие приводят к удивительным изменениям структуры, свойств и метаболизма мышц человека.

Я вспоминаю совсем недавний случай. На одном научном собрании докладывали результаты исследований космонавтов. Всем известно, что разгрузка мышц в невесомости приводит к уменьшению их массы, а физические упражнения на борту космических станций противодействуют этому. Докладчик обратил внимание на то, что не все мышцы (и даже мышечные волокна) в одинаковой степени страдают от невесомости, и отметил, что выяснение механизмов этого явления требует дополнительных экспериментов. Председательствующий, один из тех, кто своими работами в 60-е годы создавал бли-

стательное здание советской космической медицины, с довольно скучным выражением лица заметил: «Чего ж тут удивительного, неактивная мышца атрофируется, активная — нет! Какие еще нужны дополнительные эксперименты?»

Как проникнуть в мышцу

Однако просто отметить, что структура мышц зависит от их активности, сейчас недостаточно. Какие же изменения происходят при тренировке и что сейчас известно об их механизмах?

Почти все открытия в этой области во второй половине XX века сделали скандинавские ученые. Они работали со спортсменами, студентами-добровольцами, участвовавшими в экспериментах, проводили опыты на животных. В 1962 году была опубликована замечательная методическая работа, позволившая непосредственно исследовать мышцы человека. Шведский исследователь Й.Бергштрем изобрел весьма остроумно уст-



наложить стерильную повязку, и обследуемый может тут же встать, идти, бежать и тренироваться, вплоть до выполнения максимальных нагрузок. Мышечные пробы человека или животного, полученные таким путем, направляются на биохимические, гистохимические, электронно-микроскопические и биофизические исследования. Те же методы получения мышечных проб мы используем и в России (рис.1, 2).

Сейчас уже хорошо известно, что неоднородность скелетных мышц, разделение мышечных волокон на «красные» и «белые», «быстрые» и «медленные», имеет под собой серьезную молекулярно-биологическую основу. Разные клетки одного и того же человека, каждая из которых обладает полным набором генетического материала, тем и отличаются друг от друга, что в них синтезируются (чаще используется термин «экспрессируются») разные изоформы белков, в том числе и ферментов. (Изоформы — это формы белков, немного различающиеся по структуре и свойствам, но выполняющие одинаковую функцию.) В «быстрых» волокнах синтезируются преимущественно «быстрые» изоформы одного из двух основных мышечных белков — миозина, в «медленных» — «медленные». И если обработать срезы мышечной ткани антителами против того и другого миозина, то можно выявить волокна с преобладанием тех или иных изоформ этого белка (рис.3). А если учесть тот факт, что сокращение мышц происходит за счет взаимодействия молекул актина и миозина, а скорость и некоторые другие параметры сокращения определяются именно преобладанием соответствующей



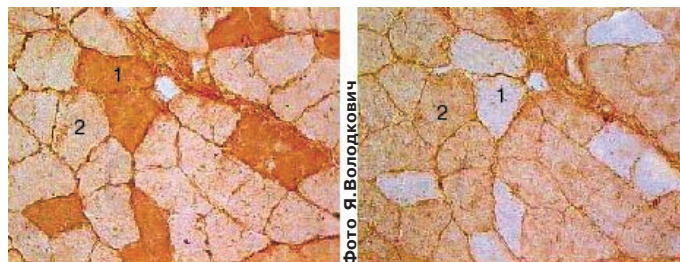
1
Взятие проб мышечной ткани из мышц голени с помощью иглы Бергштрема. Очередной эксперимент в ИМБП

2
Мышечная проба, взятая у добровольца



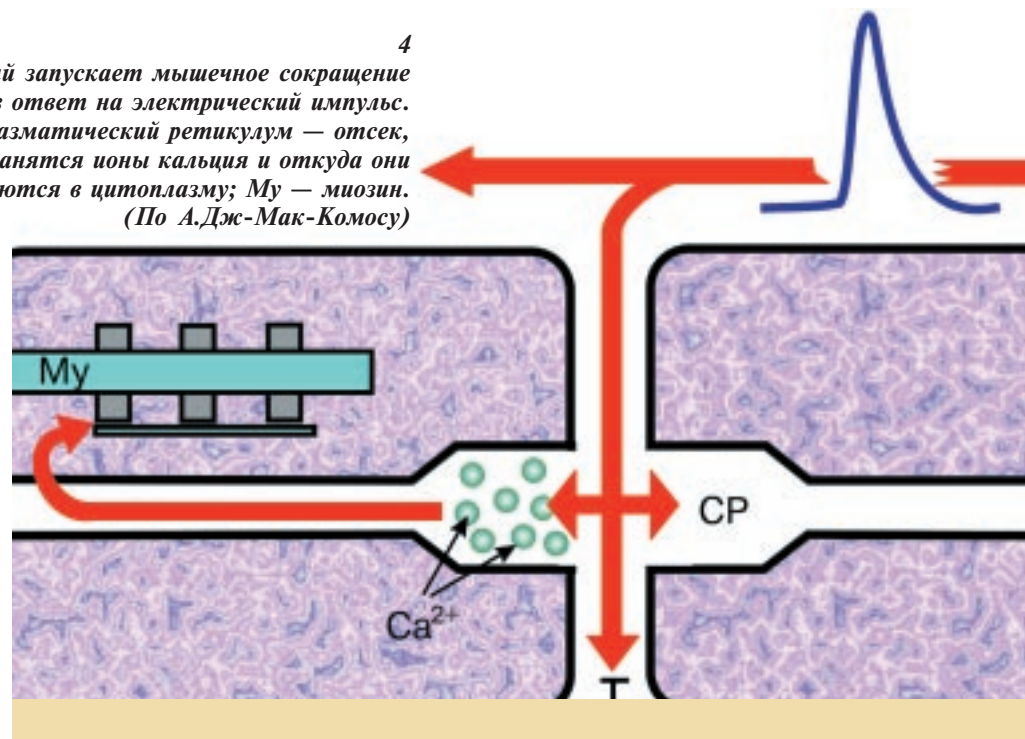
роенную иглу для биопсии — получения тканевых проб из мышц человека. Дело в том, что в толще мышц у млекопитающих отсутствуют болевые окончания, они есть только в фасциях (соединительнотканых оболочках мышц). Если мы с помощью элементарной подкожной инъекции новокаина или лидокаина обезболим кожу и поверхностную фасцию, то с помощью иглы Бергштрема сможем почти безболезненно для обследуемого проникнуть в толщу мышцы и захватить небольшой ее кусочек массой примерно 30–40 мг. Это простая операция. После нее не нужно зашивать рану или проводить какую-либо специальную обработку — достаточно

3
Мышечные волокна крысы, меченные антителами против быстрых (1) и медленных (2) волокон



4

*Кальций запускает мышечное сокращение
в ответ на электрический импульс.
СР — саркоплазматический ретикулум — отсек,
в котором хранятся ионы кальция и откуда они
выбрасываются в цитоплазму; Му — миозин.
(По А. Дж-Мак-Комосу)*



ющих миозиновых изоформ, то волокон можно называть медленными и быстрыми без всяких кавычек.

Медленные волокна в большинстве мышц человека и животных содержат больше митохондрий, в большей степени приспособлены к длительной работе, то есть работе на выносливость. Энергетика быстрых волокон строится преимущественно на основе анаэробного обмена веществ, гликолиза, что позволяет им развивать большую скорость и мощность сокращений. В 70-е годы усилиями американских и советских ученых было показано, что у выдающихся стайеров, марафонцев, лыжников-гонщиков, велосипедистов-шоссейников в мышцах голени и бедра преобладают волокна медленного типа, а у спринтеров и прыгунов — быстрые.

В 1983 году «Химия и жизнь» писала о неоднородности мышц и особенностях распределения волокон у выдающихся представителей разных видов спорта. Большинство ученых в то время считали, что соотношение быстрых и медленных волокон у каждого человека генетически обусловлено и неизменно. На этом были основаны методы отбора молодых перспективных спортсменов: у них прямо или косвенно определяли соотношение волокон в мышцах. Действительно, как бы ни тренировались атлеты, доля волокон медленного и быстрого типов у них почти не менялась.

Однако затем были разработаны новые методы исследования. С их помощью удалось открыть, что в ходе тренировок на выносливость появляются удивительные «гибридные» волокна, экспрессирующие и медленный, и быстрый миозин. А кроме того, несколько увеличивается количество волокон медленного типа. Такая трансформация оказывается очень глубокой, если заставить мышцу работать постоянно большую часть суток. Этого можно достичь с помощью стимуляции токами относительно низкой частоты и интенсивности, постоянно подаваемыми на мышцу или на ее нерв. В этом случае как у животных, так и у человека очень скоро, за

одну-две недели стимуляции, часть волокон быстрого типа превращалась в волокна медленного типа. Такое воздействие отличается от марафонских тренировок только значительно большим объемом выполненной работы. Ученых чрезвычайно заинтересовал вопрос о том, как же генетический аппарат мышечного волокна узнает о такой продолжительной сократительной активности. Я постараюсь описать те представления, которые обсуждаются в течение последних двух лет. Вовсе не исключено, что гипотезы, о которых я расскажу, окажутся неверными, а процессы, которым сейчас придается большое значение, впоследствии окажутся второстепенными.

Как сократительная активность регулирует синтез миозина

В цитоплазме мышечных волокон и других клеток обнаружен белок кальцинейрин, взаимодействующий с ионами кальция. Как известно, именно резким выбросом ионов кальция из внутриклеточных цистерн запускается любое сокращение мышц (взаимодействие актина и миозина). Сигналом для него служит электрический импульс, подаваемый на волокно отростками нервных клеток или электростимулятором (рис. 4). Резкое повышение уровня кальция в цитоплазме позволяет ему эффективно связываться с кальцинейрином. Тот, в свою очередь, активирует специальные молекулы

белков, которые благодаря этому легко проникают в мышечное ядро и ускоряют синтез мРНК, кодирующей медленные изоформы миозина. (Эти белки хорошо изучены: известна их структура и свойства.) Таким образом, весь этот процесс запускается, когда содержание кальция в цитоплазме клеток превышает пороговую величину. Постоянное повторение такого цикла в ходе тренировки приводит к тому, что в мышечном волокне накапливаются медленные изоформы миозина и оно из быстрого постепенно превращается сначала в гибридное, а затем в медленное.

Это всего лишь один из возможных механизмов. Принципиальны здесь два момента. Имеется пусковой фактор, непосредственно вовлеченный в процесс мышечного сокращения (в данном случае — резкое повышение концентрации ионов кальция), и молекула, специфически воспринимающая изменения этого фактора (в данном случае — кальцинейрин) и воздействующая на механизмы экспрессии генов.

Почему разрастаются митохондрии

Похожая схема обсуждается сейчас и для механизмов другого очень интересного процесса, характерного для тренировки на выносливость теми же марафонцами. В 70-е годы в США и Швейцарии обнаружили, что подобная тренировка приводит к увеличению объема митохондрий. (Очень хо-



чается сказать «количества митохондрий», но это не совсем верно. Ученые из МГУ доказали, что в мышечном волокне митохондрии образуют единую сеть, участки которой на электронно-микроскопических срезах выглядят отдельными структурами.) Одновременно повышается активность митохондриальных ферментов. Благодаря этим изменениям возможности кислородного дыхания мышцы повышаются, соответственно растет и ее выносливость, что крайне важно для стайеров и марафонцев.

Какой же механизм лежит в основе роста митохондрий под влиянием длительных тренировок на выносливость? Нас этот вопрос заинтересовал в начале 90-х годов. Тогда многие предполагали, что интенсивное использование кислорода мышцами во время упражнений не полностью компенсируется его доставкой с током крови. Следовательно, развивается так называемая гипоксия нагрузки, которая и запускает рост митохондрий и заодно кровеносных капилляров, снабжающих мышцу кислородом. Я и Т.Л.Немировская решили проверить эту гипотезу в очень простом эксперименте. Не хватает кислорода? Дадим его с избытком! В течение восьми недель мы каждый день заставляли крыс плавать в камере, куда подавали не обычный воздух, а смесь, в которой кислород составлял не 21%, а целых 80%. Контрольная группа во время плавания дышала воздухом. После такой тренировки мы измерили активность митохондриальных ферментов. У крыс

контрольной группы она увеличивалась, как это обычно и бывает в таких случаях. А вот у крыс, которые тренировались в «комфортных» условиях (с избытком кислорода), активность митохондрий не росла. (Кстати, с кровеносными капиллярами мы потерпели полное фиаско: они росли у плавающих крыс в обеих группах! Но это совсем другая история.) Значит, действительно, уровень кислородного обеспечения может влиять на рост митохондрий.

Однако уже тогда, десять лет назад, такой ответ на вопрос нас не вполне удовлетворял. Нам не терпелось добраться к ключевому механизму, запускающему рост митохондрий в мышечных волокнах при тренировке. Если при интенсивной мышечной работе не хватает кислорода для получения необходимого количества АТФ и креатинфосфата (основных источников энергии для мышечного сокращения), значит, количество этих молекул в клетке во время работы должно быть постоянно снижено.

Тем временем стали появляться публикации западных исследователей, применявших самые точные методы для определения АТФ и креатинфосфата. Они согласились с такой точкой зрения. А нельзя ли повлиять непосредственно на процесс синтеза этих высокоэнергетических молекул? Оказывается, можно! Мы применили вещества, позволяющие заблокировать такой синтез. Количество молекул АТФ и креатинфосфата стабильно уменьшилось, как при длительной мышечной работе у того же марафонца. И уже через две-три недели эксперимента мы обнаружили, что потребление кислорода митохондриями мышечного волокна значительно возрастает. А если добавлять крысам в пищу креатин, который в мышцах легко превращается в креатинфосфат, увеличивая содержание его молекул (как после долгого бездействия, когда затраты энергии излишни), то потребление кислорода митохондриями снижалось. Получается, что количество АТФ и креатинфосфата, именуемых макроэргами, то

есть высокоэнергетическими молекулами, в мышечном волокне и служит, скорее всего, ключевым фактором, регулирующим структуру и функцию мышечных митохондрий. А как же молекула-сенсор, воспринимающая изменения количество макроэргов? Есть такая молекула! Это специальный фермент, который в ответ на присоединение продуктов распада макроэргов активирует синтез компонентов митохондрий (рис.5). Стало быть, и в этом случае мы видим все этапы структурного ответа мышцы на действие тренировки на выносливость.

Итак, что мы сейчас знаем о молекулярных механизмах адаптации мышц? Регулярно повторяющиеся длительные, интенсивные мышечные сокращения изменяют концентрацию простых молекул и активность фермента-сенсора, информация от которого передается к генетическому аппарату, а тот реагирует избирательным изменением синтеза белков, необходимых мышце при такой повышенной активности.

Конечно, многое в этих схемах еще предстоит проверить и подтвердить в экспериментах. В частности, хорошо бы знать, действуют ли эти механизмы в обратную сторону, то есть при длительном бездействии мышцы. Или для этих ситуаций надо искать другие пусковые факторы и другие сенсорные молекулы?

А может ли механическое напряжение мышцы непосредственно воздействовать на генетический аппарат? И какие клеточные процессы при этом происходят? Можно ли так объяснить самый известный феномен — рост мышечной массы при силовой тренировке? Об этом мы напишем в другой раз.

ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



Задачи Соросовских олимпиад по биологии



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ

Задачи

Задача 1

Вам поручили определить примерное количество представителей разных каст в муравейнике. Самый очевидный способ — пересчитать всех обитателей муравейника, перебирая его содержимое или «выкурив» муравьев наружу. Однако это занятие трудоемкое, да и жизнь в потревоженном муравейнике стабилизируется не скоро. Какие более удобные для исследователя и для муравьев способы вы можете предложить?

Задача 2

Вы собираетесь в экспедицию для изучения шуршунчика обворожительного — зверя, который несколько столетий назад был широко распространен, а сейчас стал редким. Ваши предшественники составили подробные карты ареалов этого зверя. А вот современники шуршунчиками интересовались мало; сведения о местах его нынешнего обитания, увы, отсутствуют. Тратить время впустую не хочется; желательно сразу направиться туда, где вероятность встреч с животным наиболее высока. Какими данными стоит воспользоваться, чтобы добиться успеха?

Шуршунчика мы, конечно, выдумали. А вполне реальная лошадь Пржевальского оказалась в точно таком же трагическом положении. Сейчас эти лошади обитают только в зоопарках и на строго охраняемых территориях. Последняя достоверная встреча с вольным животным произошла более 30 лет назад. Попробуйте конкретизировать ваши рас-

суждения о шуршунчиках и сделать предположения, в каких местах еще имеются хоть какие-то шансы обнаружить дикую лошадь Пржевальского.

Задача 3

В каких группах позвоночных из приведенного ниже перечня наряду с яйцекладущими встречаются также живородящие организмы? Акулы, бесхвостые земноводные, двоякодышащие рыбы, змеи, карпообразные, крокодилы, лососеобразные, осетровые, скаты, хвостатые земноводные, черепахи, ящерицы. Объясните, чем отличается живорождение у млекопитающих от живорождения, возникшего в других группах позвоночных. При каких особенностях образа жизни живорождение оказывается полезным?

Задача 4

Какая информация требуется, чтобы определить оптимальный для конкретного человека вес тела? Объясните, почему необходимо учитывать названные вами факторы.

Задача 5

Рецепторы, входящие в состав органов чувств человека, делятся на несколько групп с индивидуальной специализацией. Например, на языке расположены рецепторы сладкого, кислого, горького и соленого, среди рецепторов глаза выделяют палочки и три типа колбочек с разными спектральными характеристиками и так далее. Вам необходимо выяснить, сколько типов обонятельных рецепторов имеется у собак. Опишите, как вы станете решать эту задачу.



Предлагаем вашему вниманию несколько задач по химии седьмой олимпиады. Они взяты из разных туров, поэтому сложность их различна.



Художник Е. Станикова

Решения

Задача 1

Подсчет представителей разных каст — дело более сложное, чем обычное определение численности животных. Условно решим, что у выбранного для исследования вида имеются четыре касты — самки, самцы, солдаты и фуражиры. На самом деле каст может быть и три, и более четырех (несколько специализированных форм солдат или фуражиров).

Сложность задачи связана прежде всего с тем, что не все касты муравьев одинаково активны на поверхности, а есть и такие, которые всю жизнь проводят в недрах муравейника. Кроме того, соотношение каст и степень их активности различны у разных видов муравьев. Поэтому сразу оговоримся, что все предлагаемые манипуляции относятся к одному конкретному виду.

Итак, начнем с определения численности муравьев, активных на поверхности. Для этого необходимо отловить несколько муравьев одной касты, распределив пробы равномерно по поверхности муравейника и/или по периметру вокруг него, пометить муравьев (наноса на спину капельку цветного лака) и выпустить в месте поимки. На следующий день в тех же местах и в то же время повторяют отлов и подсчитывают, сколько из пойманных муравьев оказались мечеными. Пользуясь полученными данными, составляют пропорцию, которая позволит приблизительно оценить количество особей данной касты в муравейнике (количество равно произведению числа особей, пойманных в первый и во второй день, деленному на число меченых особей в пробе второго дня). Чтобы оценить численность муравьев, которые принадлежат к кастам, редко и нерегулярно появляющимся на поверхности, необходимо выяснить соотношение между

численностью этих каст и тех, кого можно подсчитать (используя литературу или, увы, потревожив несколько муравейников). Это соотношение более или менее постоянно для каждого вида; оно позволяет оценить численность «подземных» каст.

Еще один способ — установить опытным путем соотношение между объемом надземной части муравейника и количеством в нем муравьев каждой касты. Однажды проделанная, эта тяжелая и довольно жестокая по отношению к муравьям работа впоследствии позволит быстро и не тревожа насекомых оценивать количество особей каждой касты (правда, весьма приблизительно). Необходимо учитывать, что количество и соотношение особей разных каст сходно в одинаковых по размеру муравейниках одного вида, но может сильно меняться в зависимости от сезона.

Задача 2

Можно предложить следующий план действий.

1. Проанализировать карты прошлых ареалов, стараясь выделить факторы, лимитировавшие распространение интересующего нас вида. Такими факторами могут быть:

- распространение кормовых растений;
- свойства почвы;
- климатические показатели (минимальные температуры, глубина промерзания почвы, высота снежного покрова, количество осадков и т.п.);
- границы ареалов видов-хищников и/или конкурентов;
- влияние деятельности человека.

2. Определить территорию, на которой сохранились условия, подходящие для обитания шуршунчика или лошади Пржевальского.

3. В пределах гипотетического современного ареала выделить места, где в прошлом вид был многочислен, в том числе и в неблагоприятные годы.

4. Из оставшихся вариантов выбрать участки, наибольшие по площади и по возможности удаленные от границы исходного ареала. В этих местах и следует искать вид, обращая особое внимание на экологически важные для данных животных точки (для копытных это прежде всего водопой и солонцы). Много времени и сил можно сэкономить, если провести анкетирование местных жителей и выяснить, где и как часто в последнее время видели этих животных.

Катастрофическое сокращение ареала лошади Пржевальского вызвано преследованием со стороны человека, а также включением в сельскохозяйственный оборот территорий, занимаемых ранее этим видом. Соответственно, рассчитывая обнаружить дикую лошадь Пржевальского, необходимо:

— выделить в рамках ее прежнего ареала максимальные по площади участки, не затронутые сельским хозяйством и малодоступные для охотников;

— убедиться, что в этих местах за последние полвека климат и растительность существенно не менялись.

Задача 3

Из животных, перечисленных в списке, живорождений не бывает в следующих группах: двоякодышащие рыбы, все упомянутые группы костных рыб, крокодилы и черепахи. Живорождение весьма характерно для хрящевых рыб (акул, скатов), а среди пресмыкающихся встречается у змей и ящериц. Живорождение описано и для некоторых амфибий (двух видов африканских жаб).

Случаи живорождения можно разделить на две группы: яйцеживорождение (яйцо задерживается в нижних частях яйцеводов) и настоящее живорождение (устанавливается обмен веществ между развивающимся зародышем и материнским организмом).

Яйцеживорождение характерно для многих акул и скатов. У них оплодотворенное яйцо задерживается в расширенной задней части яйцевода — «матке». Развитие зародыша идет за счет питательных веществ, запасенных в яйце, а кислород поступает путем диффузии из материнского организма. Лишь у некоторых хрящевых рыб (куньей акулы, молот-рыбы и других) живорождение настоящее. У них желточный мешок, образующийся вокруг желтка и снабженный кровеносны-

ми сосудами, после исчерпания ресурсов прирастает к стенке матки. Возникает своеобразная плацента, так как сосуды зародыша и матери лежат рядом, питательные вещества попадают в организм зародыша, а метаболиты — в кровь матери. У некоторых скатов (например, хвостоколов) пальцеобразные выросты стенок матки внедряются в брызгальца зародыша. Железистые клетки этих выростов выделяют в глотку зародыша питательную жидкость, которую он заглатывает.

Оба вида живорождения встречаются и у пресмыкающихся: яйцеживорождение характерно для гадюк, некоторых ужей, морских змей, живородящей ящерицы, веретеницы и других, а настоящее живорождение — для ящериц-сцинков и некоторых змей (у них выросты серозной оболочки и аллантаиса зародыша внедряются в слизистую оболочку яйцевода матери).

В целом можно считать, что настоящее живорождение у «немлекопитающих» животных сходно с живорождением у сумчатых млекопитающих. У плацентарных млекопитающих связь между зародышем и матерью еще более тесная. При образовании плаценты выросты ее зародышевой части (хориона) так глубоко внедряются в стенку матки, что при родах часть стенки отрывается и выводится наружу.

Живорождение выгодно тем, что оно резко снижает эмбриональную и детскую смертность. Хрящевым рыбам оно позволяет процветать до сих пор, несмотря на невысокую по сравнению с другими водными жителями плодовитость. Кроме того, развитие в теле матери обеспечивает зародышу лучшие температурные условия (даже у холоднокровных животных температура тела, как правило, несколько выше, чем температура окружающей среды). Некоторые виды пресмыкающихся переходят к живорождению только в относительно неблагоприятных условиях: живородящая ящерица на юге Франции откладывает яйца, а на севере яйцеживородяща. Развитие зародыша в теле матери позволяет ему легче переносить недостаток кислорода в воздухе: тибетская круглоголовка на высоте 2–3 км над уровнем моря откладывает яйца, а на уровне 4–5 км — яйцеживородяща. Живорождение может быть также связано с древесным и водным образом жизни (у некоторых хамелеонов и морских змей).

Задача 4

Прежде всего определим, что такое «оптимальный вес тела». Так следует называть вес, который сочетается с наибольшей продолжительностью жизни, то есть с наименьшим риском возникновения заболеваний, которые могли бы эту продолжительность уменьшить. Прочие соображения — эстетичность, удобство пользования теми или иными благами цивилизации, даже самочувствие — по сравнению с этим требованием, очевидно, несущественны. Идеальный вес устанавливается из таблиц, составленных по результатам обследования большого количества людей. При этом прежде всего учитываются размеры тела, пол и возраст человека.

Размеры тела — это рост и особенности телосложения (конституция). При прочих равных условиях высокий человек весит больше, чем низкорослый. Также следует принимать во внимание строение скелета: люди бывают «ширококостные» и «узкокостные». Для оценки строения скелета можно использовать такой показатель, как обхват грудной клетки. Особенности конституции обусловлены и различиями значений идеального веса для представителей разных рас. Например, у народов Африки сильнее развита мышечная ткань, а у жителей Крайнего Севера — подкожная жировая клетчатка (удельный вес жира меньше, чем мышц).

Для мужчин идеальный вес больше, чем для женщин (в среднем мужчина должен весить столько, сколько женщина, рост которой на 5 см больше). Это связано с большим весом скелета у мужчин. Кроме того, у мужчин и у женщин различается относительное содержание жировой ткани. Так, в возрасте 25 лет «нормальное» содержание жировой ткани у женщин составляет 26 %, а у мужчин — 13 %. Для детей идеальный вес меньше, чем для взрослых такого же роста (вспомните, что дети сначала «вытягиваются», а затем уже «растут в ширину»). Для взрослых зависимость идеального веса от возраста менее выражена, однако к старости идеальный вес уменьшается.

Задача 5

Поставленная задача весьма сложна, и в полной мере она до сих пор не решена. Известно, что человек может различать более тысячи за-

пахов, а собака, для которой обоняние служит важнейшим инструментом ориентации, — намного больше. Ясно, что воспринимаемые варианты запахов — это комбинация некоторого небольшого количества исходных вариантов, соответствующих рецепторным клеткам с разной специализацией. Однако количество базовых запахов строго не установлено. После долгих споров ученые решили выделять семь типов: камфорные, мускусные, цветочные, мятные, эфирные, едкие и гнилостные запахи. В ряде случаев близкие по химическому строению вещества обладают сходным запахом, однако строгой зависимости здесь нет.

Самым надежным, но чрезвычайно трудоемким способом определения чувствительности обонятельных рецепторов является регистрация их ответов при предъявлении различных веществ. Обонятельные рецепторы — специализированные нервные клетки, на действие раздражителя (пахучего вещества) они отвечают изменением мембранного потенциала. Значит, нужно ввести в исследуемую клетку микроэлектрод, соединить его с регистрирующим прибором, а затем определять изменения мембранного потенциала при предъявлении разных соединений. Охарактеризовав так тысячу-другую клеток, мы (если повезет) сможем разбить их на несколько групп, реагирующих на определенные классы химических веществ.

Было бы очень здорово, если бы разные типы рецепторных клеток отличались по внешнему строению либо по содержанию каких-то специфических соединений. Однако гарантировать этого мы не можем (скажем, фоторецепторы-палочки отличаются по строению от колбочек, а вот различия между разными типами колбочек невелики). К тому же наличие наглядных внешних признаков не избавляет от необходимости изучать процесс рецепции: ведь эти признаки могут относиться к каким-то особенностям метаболизма клетки и не иметь отношения к восприятию запахов. Искать же характерное вещество среди многих тысяч содержащихся в клетке соединений — занятие на редкость трудоемкое и само по себе не продвигающее нас к решению поставленной проблемы.

Поиск соединения-маркера можно локализовать и сделать более осмысленным. Известно, что измене-

ние мембранного потенциала рецепторной клетки — следствие взаимодействия молекул пахучего вещества со специальными рецепторными белками, расположенными в мембране этой клетки. Это взаимодействие приводит к открыванию ионных каналов, а ток ионов через каналы как раз и определяет мембранный потенциал. Таким образом, можно изучить отличия белков-рецепторов в разных обонятельных клетках. Но опять-таки эта трудоемкая работа — лишь дополнение к характеристике отклика клеток на разные химические раздражители.

Можно ли решить поставленную задачу, ограничившись опытами на уровне организма и не прибегая к микроскопическим манипуляциям? В определенной степени — можно. Воспользуемся тем, что рецепторные клетки адаптируются (привыкают) к действию раздражителя. Механизм адаптации (как и ответа рецептора на запах) основан на изменении электрических свойств клеточной мембраны. Если какой-то тип рецепторов способен взаимодействовать с несколькими химическими соединениями, то после адаптации к одному из них рецепторы теряют чувствительность и к остальным. Адаптация такого рода может быть выявлена в поведенческих опытах. Тем самым многообразные пахучие вещества подразделяются на несколько групп, каждой из которых предположительно соответствует свой тип рецепторов. Конечно, подобные исследования основываются на гипотезе о строгом распределении химических соединений между разными типами рецепторов. Ситуация, когда у животного имеется два типа рецепторов, выявляющих вещества А и В, причем один из них чувствительнее к А, а другой — к В, останется нами не замеченной.

Поскольку собака не может ответить словами, чувствует ли она запах, экспериментальному изучению адаптации предшествует длитель-

ная подготовка. Нужно выработать у собаки условные рефлексы на запахах: например, при ощущении данного запаха она должна нажимать лапой на педаль или наклонять голову. Лишь после этого можно характеризовать перекрестную адаптацию рецепторов к разным запахам, то есть определять, чувствует ли собака новый запах, если до этого ей предъявляли один или несколько других запахов.

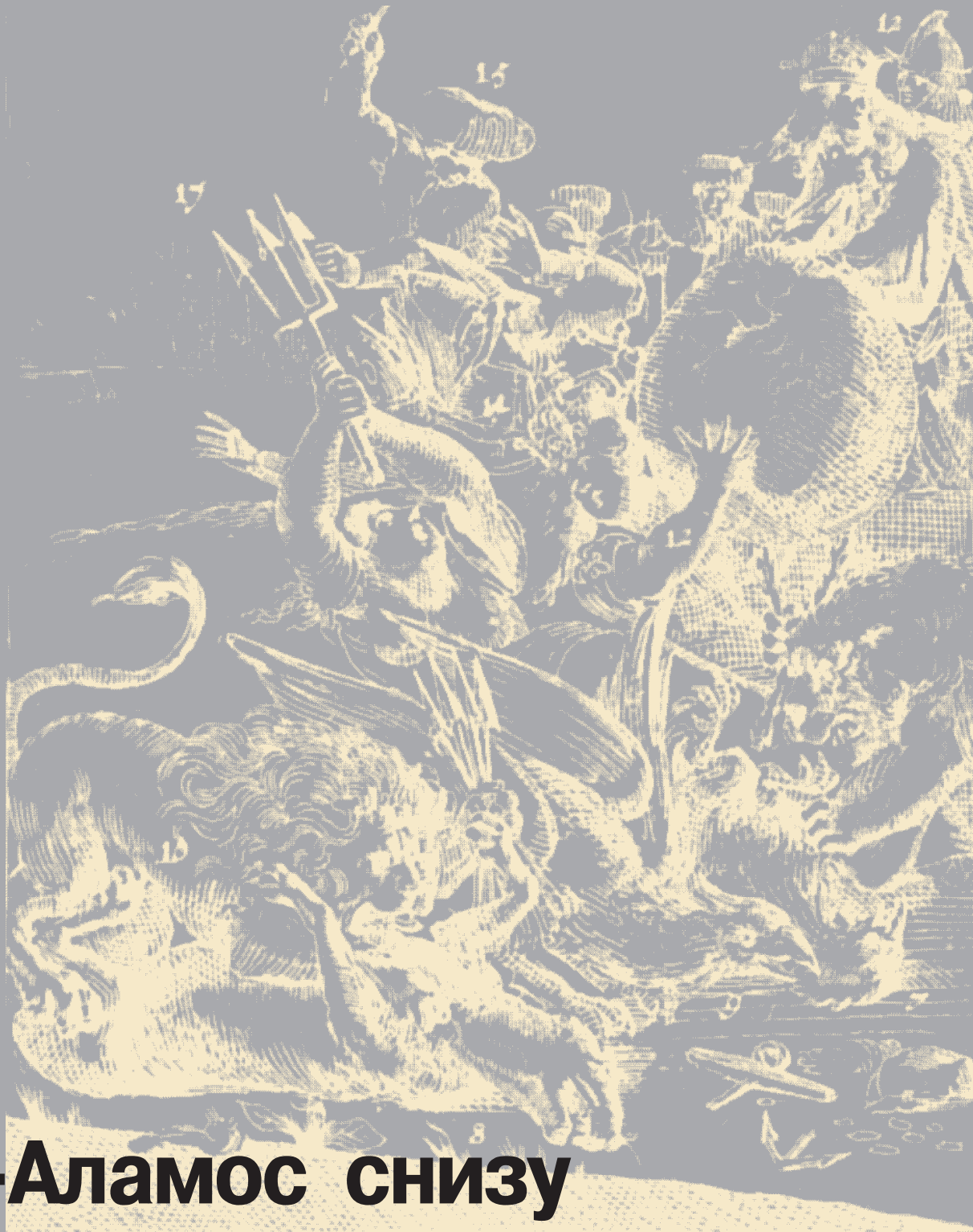
Что же известно о специфичности обонятельных рецепторов на сегодня? Оказалось, что они действительно неоднородны: на одно и то же пахучее вещество по-разному откликается несколько типов рецепторов. К тому же рецепторная клетка, как правило, реагирует на несколько запахов из традиционного перечня «камфорные, мускусные, цветочные...». По-видимому, отличия в наборе мембранных белков-рецепторов приводят к тому, что определенное пахучее вещество вызывает ответы в нескольких типах рецепторных клеток, однако ответы разных клеток отличаются по величине и даже по направленности (одни клетки возбуждаются, а другие — тормозятся). Информация от рецепторов поступает в центры головного мозга, которые, анализируя комбинации полученных сигналов, «делают вывод» о характере и интенсивности запаха. В сущности, так же обстоит дело и в зрительной системе: типов колбочек всего три, а воспринимаемых оттенков цвета — великое множество.



ШКОЛЬНЫЙ КЛУБ



Настоящий текст представляет собой запись лекции, прочитанной на первой ежегодной конференции Калифорнийского университета Санта-Барбары по вопросам науки и общества, которая состоялась в Санта-Барбаре в 1975 году. «Лос-Аламос снизу» — одна из девяти лекций, опубликованных в сборнике *Reminiscences of Los Alamos, 1943–1945*, edited by L. Badash et al., pp. 105–132. Copyright © 1980 by D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland.



Ричард Фейнман

Лос-Аламос снизу

Когда я говорю: «Лос-Аламос снизу», я знаю, о чем говорю. Хотя сейчас в своей области я до некоторой степени человек знаменитый, тогда я не был знаменит ни капельки. Когда я начинал работать в Манхэттенском проекте, у меня не было даже научной степени. Многие, кто рассказывает вам о Лос-Аламосе — люди высокопоставленные, — были озабочены принятием важнейших решений. Меня подобные решения никогда не беспокоили. Я всегда барахтался где-то внизу.

Публикуется в сокращении

В один прекрасный день я работал у себя в комнате в Принстоне, когда вошел Боб Уилсон и сказал, что он подписал контракт на секретную работу и не должен трепаться об этом, но мне расскажет, поскольку уверен, что когда я узнаю о его работе, то захочу присоединиться к нему. И он рассказал о проблеме разделения изотопов урана, решение которой имеет конечной целью создание бомбы. У Боба была идея, как разделять изотопы урана, и он ее собирался разрабатывать (в конце концов был применен другой способ). Потом он добавил: «Будет собрание...»



Главы из книги «Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман!»

Я перебил его, заявив, что не хочу этим заниматься. — Прекрасно, в три часа собрание. Встретимся там, — сказал Боб.

— Насчет секрета не беспокойся — я никому его не выдам. Но работать над этой темой не хочу, — ответил я.

И я вернулся к своей диссертации — увы, только на три минуты. Потом я принялся ходить по комнате и думать о разговоре с Бобом. С Германией, с Гитлером и с возможностью создания атомной бомбы все было ясно, и опасность того, что они сделают бомбу раньше нас, была чертовски велика. Я решил пойти на собрание в три часа.



АРХИВ

А в четыре я уже сидел за столом в своей комнате, пытался вычислить, ограничивает ли полный ток ионного пучка возможности предложенного метода разделения изотопов урана, и занимался другими расчетами, в детали которых вдаваться не буду. У меня был стол, была бумага, и я работал так напряженно и быстро, как только мог, чтобы парни, которые строили установку, могли начать опыты без задержки.

А она росла, как в фильмах, снятых замедленной съемкой. Каждый раз, когда я видел ее, она становилась больше. Разумеется, это было потому, что все перестали заниматься наукой и стали работать только над ней. Во время войны наука прекратила развиваться, кроме той ее малой части, которая оставалась в Лос-Аламосе, да и та была в основном не наукой, а технологией.

Все оборудование различных научных программ собрали вместе, чтобы создать из него новую экспериментальную установку, назначением которой было разделение изотопов урана. По тем же причинам и я прекратил свою научную работу, хотя позже взял полуторамесячный отпуск, за время которого закончил диссертацию. И перед переездом в Лос-Аламос я защитил ее — я был не такой уж ничтожной букашкой, как вы, возможно, решили из сказанного мной раньше.

Первыми интересными впечатлениями, которые я получил, работая над проектом еще в Принстоне, были встречи с великими людьми. До этого мне не очень-то часто приходилось видеть великих физиков. А тут была создана экспертная комиссия, которая должна была помогать нам и в конце концов подвести нас к выбору метода разделения урана. В комиссию входили такие люди, как Комптон, Толмен, Смит, Ури, Раби и Оппенгеймер. Я бывал на ее заседаниях, потому что разбирался в теории нашего метода разделения изотопов. Мне задавали вопросы, выслушивали мои сообщения. На этих заседаниях обычно каждый излагал свою точку зрения. Вот, например, высказывает свое мнение Комптон. Он говорит, что делать следует вот так-то, и его правота очевидна. Кто-то еще говорит, что, вероятно, так оно и есть, но существует и другая возможность, и ее тоже следует иметь в виду. Каждый из сидящих за столом высказывает свои возражения, и Комптон, к моему удивлению и огорчению, не повторяет своих доводов и не настаивает на них. А в конце обсуждения председательствующий Толмен говорит: «Итак, мы выслушали соображения всех, и доводы Комптона, по-моему, самые убедительные. Теперь переходим к следующему вопросу».

Я был поражен, увидев, как на заседании высказывали уйму идей, как каждый из говоривших демонстрировал новую сторону проблемы, помня при этом, что до него говорили другие, и в конце принимали лучшее из предложений, которое к тому же не приходилось повторять трижды. Это были действительно великие люди.

В результате решили, что наш способ не будет использован для разделения урана. Нам велели прекратить исследования, потому что в Лос-Аламосе, штат Нью-Мек-

сико, начинался проект, который позднее привел нас к созданию бомбы. Мы все отправлялись туда, чтобы сделать ее. Нам предстояло провести эксперименты и разработать теорию. Моей задачей была теория, все остальные должны были заняться экспериментами.

Вопрос заключался в том, что делать теперь. Лос-Аламос не был готов к началу работ. Боб Уилсон попытался использовать эту заминку и послал меня в Чикаго, поручив, кроме всего прочего, разузнать что-нибудь о бомбе и о задачах, стоявших перед нами. После этого мы могли бы приступить в нашей лаборатории к изготовлению оборудования, различных счетчиков и других приборов, которые понадобятся нам в Лос-Аламосе. Время, таким образом, потеряно не будет.

Согласно инструкциям, с которыми я ехал в Чикаго, я должен был сообщать каждой группе ученых о нашей готовности работать вместе с ними и знакомиться с их задачами достаточно детально, как бы для того, чтобы самому заниматься ими. Таким образом я узнал бы все в подробностях о важных для нас работах.

Идея была хорошая, но меня мучила совесть: им всем придется изрядно потрудиться, объясняя мне детали, а потом я улизну, не оказав им никакой помощи. Однако мне очень повезло. Когда один из этих парней поделился со мной своими проблемами, я посоветовал ему: «А почему бы вам не продифференцировать подынтегральное выражение?» И он за полчаса решил задачу, над которой бился три месяца. С моим «другим набором инструментов» (так Фейнман в своей книге называет математические методы, подчас не слишком хорошо знакомые экспериментаторам. — *Примеч. ред.*) кое-что мне удалось. Вернувшись из Чикаго, я рассказал обо всем: сколько энергии выделится, на что будет похожа бомба и так далее.

Помню, как работавший со мной математик Пол Олум, мой друг, подошел после моего сообщения и сказал: «Когда потом обо всем этом снимут картину, там наверняка будет эпизод, в котором какой-то тип возвращается из Чикаго и докладывает принстонским парням о бомбе. Он будет в черном костюме и с шикарным портфелем, а ты вот в рубашке с грязными манжетами запросто рассказываешь об этих серьезных и драматических вещах».

Начало работы в Лос-Аламосе все еще откладывалось, и Уилсон отправился туда, чтобы выяснить причину задержки. Приехав в Лос-Аламос, он обнаружил, что строительная компания работает очень напряженно и почти закончила аудиторный корпус и некоторые другие здания. Однако у них не было инструкций, как строить лабораторию: сколько ставить газовых кранов, какие трубы прокладывать для воды. Уилсону пришлось самому пройти по площадке и решить, сколько газовых кранов нужно ставить здесь, сколько водопроводных — там и так далее. И он распорядился начать строительство лаборатории.

Когда Уилсон вернулся, мы все были готовы к переезду. Нам так не терпелось, что мы собрались и решили ехать, не дожидаясь окончания строительства.

Но Оппенгеймер, который, кстати сказать, в числе прочих принимал нас на эту работу, сохранял полное спокойствие. Он сумел выкроить время и побеседовал с каждым из нас. Узнав, например, что моя жена больна туберкулезом, он навел справки, где поблизости от Лос-Аламоса она сможет лечиться. Тогда я впервые познакомился с ним лично; это был прекрасный человек.

Нас предупредили о мерах безопасности: не покупать, например, железнодорожные билеты в Принстоне, потому что Принстон — крохотная станция, и, если бы мы все купили на ней билеты до Альбукерка в Нью-Мексико, неизбежно возникли бы подозрения. Поэтому каждый поку-

пал себе билет где-нибудь еще, каждый, кроме меня, потому что я рассудил, что если все купят билеты в других местах...

Итак, я отправился на станцию и в кассе сказал: «Мне до Альбукерка, штат Нью-Мексико». Кассир ответил: «Ах, значит, весь этот багаж ваш!» Уже много недель мы отправляли наши ящики со счетчиками и не думали, что кто-то заинтересуется пунктом назначения. По крайней мере, я смог объяснить любопытным, почему все эти ящики отправлялись в Альбукерк: туда ехал я.

Когда мы прибыли в Лос-Аламос, жилье готово не было. Фактически не были готовы даже лаборатории. Явившись раньше времени, мы заставили строителей торопиться. Они ужасно обозлились: им пришлось арендовать для нас жилье по всей округе. Первое время мы жили на окрестных ранчо и по утрам добирались до места работы на машинах. Я не забуду первое утро, когда я ехал на работу. На человека с Восточного побережья, не слишком много путешествовавшего, красота местности производила неизгладимое впечатление. Грандиозные утесы, которые раньше я видел только на картинах. Ты поднимаешься в гору, а они громоздятся над тобой. Больше всего меня поразило одно: когда я сказал, что здесь, наверно, жили индейцы, наш шофер остановил машину, и мы, пройдя совсем немного пешком, действительно смогли увидеть пещеры индейцев.

Когда я в первый раз приехал на место своей работы, то увидел техническую зону: впоследствии ее собирались обнести забором, но пока она была открыта. Вокруг зоны по проекту был городок, вокруг городка — еще один забор. Но тогда все это еще строилось, и мой друг Пол Олум, назначенный моим помощником, стоял в воротах с блокнотом в руках, проверяя приезжающих грузовики и направляя их на разгрузку в разные места стройки.

В лаборатории я впервые в жизни встретился с людьми, статьи которых читал в «Физикал ревью» и в других журналах. Мне говорят: «Это Джон Уильямс», а парень в рубашке с закатанными рукавами вскакивает из-за стола, заваленного синьками, бежит к окну и командует водителю грузовика, в каком месте разгружать стройматериалы. Без зданий и приборов экспериментаторам делать было нечего, и они помогали строить лабораторию.

Теоретиков это не касалось, и было решено, что они переберутся со своих ранчо в уже готовые здания и начнут работу немедленно. У нас была единственная черная доска для докладов, на колесиках, мы катали ее с места на место, и Роберт Сербер рассказывал нам, что они в Беркли придумали насчет атомной бомбы, знакомил нас с ядерной физикой и другими нужными вещами. Я не слишком хорошо разбирался в этом, поскольку работал в другой области, и мне предстояло изрядно потрудиться.

Каждый день я занимался и читал, занимался и читал. Это было сумасшедшее время. Но мне повезло. Случилось так, что никого из корифеев, кроме Ганса Бете, в то время в Лос-Аламосе не было, а Бете, чтобы думать, был необходим кто-то, кому можно было излагать идеи. Поэтому он заходил в кабинет к этому сопляку — вашему покорному слуге — и начинал рассказывать свою идею. Я говорил: «Нет, вы рехнулись. Так не получится». А он говорил: «Минуточку», и начинал объяснять, почему рехнулся не он, а я. Так у нас и шло. Видите ли, когда мне говорят о физике, я думаю только о физике, и мне все равно, с кем я говорю. Поэтому я могу сказать бестактность вроде: «Э нет, тут вы врете» или «Ну, вы рехнулись». Но оказалось, что именно это и было нужно Бете. Это стало очком в мою пользу, и скоро я сделался лидером группы из четырех теоретиков, работавшей под его началом.



Как я уже сказал, в момент моего первого посещения лаборатории жилые помещения еще не были готовы. Однако теоретикам надо было где-то поселиться, и сначала нас поместили в бывшем здании мужской школы. Я жил в кабинете механики. Спали мы все в жуткой тесноте, а степень неблагоустроенности нашего быта характеризует тот факт, что в ванну Боб Кристи и его жена ходили через нашу спальню. Это было чертовски неудобно.

В конце концов жилые помещения были построены. Мне позволили выбрать комнату. Знаете, что я сделал? Я выяснил, где будет общежитие девушек, и выбрал комнату напротив, через двор. Позже я с огорчением обнаружил, что прямо перед моим окном растет большое дерево.

Мне сказали, что в каждой комнате будут жить по два человека, но это только временно. Кровати были двухъярусные, а ванная общая на две комнаты.

В первую ночь в моей комнате никто не появился, и я решил сделать так, чтобы ко мне и дальше никого не подпустили. Моя жена лежала в туберкулезной больнице в Альбукерке, но кое-какие ее вещи были со мной. Я разложил верхнюю постель и небрежно бросил на нее ночную рубашку. Потом вытащил из чемодана две пары шлепанцев, а в ванной рассыпал на пол немного пудры — устроил все так, словно у меня был кто-то еще. И что же из этого получилось? Ведь это было мужское общежитие, не правда ли? Когда вечером я пришел к себе, моя пижама, аккуратно сложенная, лежала под подушкой, ночная рубашка — под подушкой верхней постели, шлепанцы ровненько стояли под кроватью в ногах. Пудру в ванной вытерли, и на верхней постели никто не спал.

На следующий день произошло то же самое. Утром я привел в беспорядок верхнюю постель, швырнул на нее женскую ночную рубашку, рассыпал в ванной пудру. Я продолжал все это четыре дня, пока не разместили всех и опасность, что ко мне посылат соседа, миновала. Каждый раз все оказывалось аккуратно убраным, хотя это было мужское общежитие.

Тогда я не знал, что моя маленькая уловка втянет меня в большую политику. В Лос-Аламосе были всевозможные объединения и союзы: объединение жен сотрудников, объединение механиков, объединение лаборантов и так далее. Так вот, холостяки и незамужние девушки, жившие в общежитии, решили, что им тоже нужно объединиться, когда было объявлено новое правило: НИКАКИХ ЖЕНЩИН В МУЖСКОМ ОБЩЕЖИТИИ. Это было совершенно смехотворно! Мы взрослые люди! Что за дикость! Нам нужно было действовать. Мы обсудили этот вопрос, и меня выбрали представителем общежития в городском совете.

После того как я пробыл в этом совете полтора года, мне довелось о чем-то беседовать с Бете. Он все это время состоял в большом управляющем совете, и я рассказал ему о своем фокусе со шлепанцами и ночной рубашкой. Он расхохотался: «Значит, вот как ты попал в городской совет!»

Позже выяснилось, что дело было так. Женщина, убравшая комнаты общежития, вошла в мою, и вдруг — ах! — неожиданность: у парня ночевала женщина. Горничная доложила старшей горничной, старшая горничная — лейтенанту, лейтенант — майору и так далее, до генералов из управляющего совета.

Что было делать этим генералам? Ясное дело, обдумать ситуацию. А какую инструкцию тем временем спустить капитанам, майорам, лейтенантам, старшим горничным и просто горничным? «Оставить вещи на месте, комнату убрать и следить, что будет дальше». А на следующий день тот же доклад. Четыре дня они мучились, что же им предпринять, и под конец ввели правило: никаких

женщин в мужском общежитии! Но это вызвало внизу такую бучу, что пришлось избирать представителя, который защищал бы интересы угнетенных...

Хотелось бы сказать два слова о цензуре, которая у нас там была. Это ведомство решилось на нечто совершенно недопустимое по американским законам: вскрывать письма. У них не было на это никакого права, поэтому они хотели представить дело так, словно это делается с нашего ведома и добровольного согласия. Нам пришлось согласиться на то, что приходящие к нам письма они будут вскрывать, а наши письма мы должны были оставлять открытыми. Если в них все было в порядке, цензоры запечатывали их сами. Если, по мнению цензоров, в них что-нибудь было не так, письмо возвращали с запиской, указывавшей на нарушение такого-то и такого-то параграфов нашего «уговора».

В отношении либерально настроенных ученых они действовали очень осторожно, но в конце концов мы поняли, что над нами установлена цензура с целой кучей правил. Нам было позволено комментировать действия начальства; если бы мы хотели, мы могли бы написать нашему сенатору и сообщить ему, что нам не нравится.

И вот в первый же день после введения цензуры мне звонят.

- Слушаю вас.
- Спуститесь, пожалуйста, вниз.
- Спускаюсь.
- В чем дело?
- Вам письмо от отца.
- Ну и что?

Мне протягивают листок линованной бумаги, на котором четыре точки стоят под линией, две — над, потом две точки под линией и одна над ней, потом точка над точкой.

- Что это такое?
- Это код.
- Ясно, что это код, но что здесь сказано?
- Я не знаю.

— Хорошо, какой ключ к коду? Как вы будете расшифровывать его?

- Не знаю.
- В другой раз меня спрашивают:
- Что это такое?

Я отвечаю:

— Это письмо от моей жены. В нем написано: «TJXYWZ TW₁X₃».

- Что это такое?
- Это тоже код.
- А какой ключ к коду?
- Не знаю.

— Вы получаете шифровки и не знаете к ним кода? — спрашивают они.

— Вот именно. Это игра, понимаете? Я просил их послать мне шифровки, ключа к которым я не знаю. Они там придумывают код и посылают мне шифровки, не сообщая кода.

Надо сказать, что одно из правил их цензуры заключалось в том, что они старались как можно меньше влиять на обычное содержание писем. И они говорят:

— Вам придется попросить их вместе с шифровкой присылать ключ.

— Но я не хочу, чтобы мне сообщали ключ!

— Ладно, ключ мы изыдем из письма.

Итак, мы пришли к соглашению. Думаете, дальше все было в порядке? Черта с два, на следующий день я получаю письмо от жены, в котором читаю: «Писать трудно, потому что кажется, что ----- подглядывает через плечо». Вместо слова — следы ластика.

Я снова спускаюсь к цензору:

— Послушайте, вы не имеете права марать приходящие письма, даже когда они вам не нравятся. Вы можете читать их, но не имеете права стирать слова.

— Не смешите меня, — отвечает цензор, — вы когда-нибудь слышали, чтобы цензор стирал слова? Цензоры их вырезают!

— Ладно, — сказал я.

В следующем письме жене я спросил: «Ты стирала слова в письме ластиком?» — «Нет, — ответила она, — это, должно быть, -----». И в бумаге дырка.

Я отправился к майору Б., заведовавшему цензурой, и подал ему жалобу. Пришлось потратить на это время, но я считал, что так оставлять дело нельзя. Майор попытался убедить меня, что цензоры действовали по инструкции, но, правда, не до конца поняли, насколько деликатными им следует быть.

— Не думаете же вы, — сказал он, — что у меня нет желания сделать как лучше?

— У вас есть желание, — ответил я, — но я не думаю, что у вас есть власть.

Дело было в том, что свое место он занимал третий или четвертый день.

— А это мы посмотрим! — заявил он и схватился за телефонную трубку. Все было улажено. Больше слова из писем не вырезали.

Но это было еще не все. Однажды я получил письмо от жены вместе с запиской цензора, в которой говорилось: «В письме имелась шифровка без ключа, поэтому мы изъяли ее».

В тот же день поехал к жене в Альбукерк, в больницу, где она встретила меня вопросом:

— Ты привез, что я просила?

— А что ты просила? — удивился я.

— Свинцовый глет, глицерин, сосиски, белье.

— Подожди-ка, так это был список?

— Ну да, — сказала она.

— Это была шифровка, — сказал я, — они решили, что это была шифровка — глет, глицерин и остальное. (Глет и глицерин были нужны ей для того, чтобы склеить разбитую шкатулку из оникса.)

Так продолжалось несколько недель, пока наконец мы с цензурой не выяснили отношения. Тем не менее однажды я играл со счетной машинкой и подметил довольно интересную вещь. Когда вы делите 1 на 243, то получаете 0,004115226337... Такой переpleяс продолжается до 599, после чего все повторяется. Это показалось мне забавным.

Так вот, я описал это в одном из моих писем, и оно вернулось ко мне с запиской: «См. §17в». Я заглянул в §17в. Он гласил: «Письма разрешается писать только на английском, русском, испанском, португальском, немецком... языках и на латыни. Для использования любого другого языка требуется письменное разрешение». Кроме того, в этом параграфе было сказано, что использование кодов запрещается.

После этого я снова отправил цензору свое письмо вместе с сопроводительным посланием, в котором заявлял, что мое письмо не может быть шифровкой, потому что если он сам разделит 1 на 243, то получит все эти цифры и что в числе 0,00411522633... информации не больше, чем в числе 243, то есть ровно никакой, и поэтому я прошу разрешения пользоваться в моих письмах арабскими цифрами. Дело и на этот раз было улажено.

Когда вы часто обмениваетесь письмами, у вас всегда возникают сложности. Моя жена, например, постоянно пишет мне, что ее не покидает ощущение, будто цензор стоит у нее за спиной и заглядывает через плечо. А надо сказать, что нам не было разрешено упоминать в письмах цензуру. Нам-то не было разрешено, но как они могли запретить это ей? И к каждому письму жены они прилагали записку: «Ваша жена опять упомянула о цензуре». Действительно, она опять о ней упомянула... Наконец они не выдержали и написали: «Пожалуйста, сообщите своей жене о недопустимости упоминания цензуры в ее письмах». Следующее свое письмо я начал словами: «Мне было велено сообщить тебе о недопустимости упоминания цензуры в письмах». Трах-тарарах, письмо тут же возвращается ко мне! Я снова отправляю его с запиской: «Я получил указание сообщить жене о недопустимости упоминания цензуры в письмах. Какого черта это должен делать я? Кроме того, почему вообще я должен просить ее не упоминать цензуру? Может быть, вы что-то скрываете от меня?»

Интересно, что на этот раз цензор лично пришел просить меня, чтобы я сообщил жене, чтобы она... Оказывается, их беспокоит, что по дороге из Альбукерка почта могут перехватить и узнать о существовании цензуры, поэтому они очень просят мою жену быть осторожнее.

В свой следующий визит в Альбукерк я сказал жене: «Послушай, давай не будем писать про цензуру». Однако у нас столько раз были неприятности, что мы в конце концов придумали нечто незаконное — свой код. Если после подписи в конце письма я ставил точку, это означало, что у меня снова была неприятность и ей снова нужно придумать иносказание. Слава Богу, что в больнице у нее весь день был свободен, и времени на это хватало. В конце концов она додумалась прислать мне вырезанное из газеты объявление, в котором говорилось: «Пошлите вашему приятелю письмо в виде разрезной загадки. Мы пришлем вам бланк, вы напишете на нем свое письмо, разрежете его на части, сложите в прилагаемый пакетик и отправите вашему другу». Этот пакетик я получил вместе с запиской цензора: «У нас нет времени на игры. Попросите, пожалуйста, вашу жену ограничиться обычными письмами».

Я уже приготовился было поставить еще одну точку, но тут цензоры как раз вовремя спохватились, и нам не пришлось применять нашу следующую уловку. А придумали мы вот что. Жена должна была послать мне письмо, которое начиналось бы словами: «Надеюсь, ты не забыл, что это письмо надо вскрывать осторожно, потому что в конверт насыпан, как мы и договорились, порошок для желудка «Пепто-бисмол». А конверт был бы полон порошка. Мы рассчитывали, что письма они вскрывают в спешке, порошок рассыплется по всей комнате и что цензоры испугаются, потому что причинять ущерб корреспонденции запрещено. Им придется собирать с пола весь этот «Пепто-бисмол»... Но до этой хохмы дело не дошло.

В результате всех этих экспериментов я точно выяснил, что может пройти через цензора, а что — нет. Никто не знал этого лучше меня. И я даже немного заработал на пари по этому поводу.



Однажды я обнаружил, что рабочим, которые жили за пределами городка, лень ходить кругом через ворота и они проделали в заборе дыру. Я тоже стал пользоваться этим лазом, пока стоявший в воротах сержант не заинтересовался, как получается, что этот парень все время входит и никогда не выходит. Его естественной реакцией было позвать лейтенанта и попытаться засадить меня в кутузку. Мне пришлось объяснять про дыру.

Видите ли, моим желанием всегда было наставлять людей на путь истинный. Поэтому я побился с кем-то о заклад, что расскажу в письме про дырку в заборе и письмо смогу отправить. И представьте себе, я сумел. А написал я так: «Посмотрите, как они управляют нашим учреждением (писать об этом было разрешено)! В семидесяти одном метре от такого-то места в заборе имеется дыра такого-то размера, и через нее можно пролезть!»

Что же им оставалось делать? Они не могли сказать мне, что такой дыры нет. Они должны были пойти и отыскать ее! Так я сумел послать это письмо.

Мне удалось отправить и письмо о том, как парня из моей группы, Джона Кемени, какие-то армейские кретины разбудили среди ночи и допрашивали перед спящей лампой по единственной причине: они проведали, что его отец был коммунистом или еще кем-то в этом роде. Теперь Кемени знаменитость.

Были и другие казусы. Как и в случае с дырой в заборе, я всегда предпочитал указывать на неполадки косвенно. А одно из проявлений неполадка заключалось в следующем. С самого начала работы у нас появились чертовски важные секреты: мы узнали массу нового об уране, о бомбе и о том, как она работает. Все эти сведения содержались в бумагах, которые хранили в деревянных шкафах с выдвигаемыми ящиками, запиравшимися обыкновенными висячими замками. Были, конечно, различные усовершенствования вроде самодельных стержней, пропущенных через ручки ящиков и тоже запиравшихся замками, но это всегда были простые висячие замки. Более того, бумаги можно было взять из ящиков и не открывая замков, а только слегка наклонив шкаф назад. У нижнего ящика имелся стержень, который удерживал бумаги вместе, а под этим стержнем в дне была широченная дыра, через которую их можно было вытаскивать.

Так вот, я открывал эти замки отмычкой и все время повторял, что это очень просто. На всех наших собраниях я вставал и говорил, что у нас важные секреты и мы не должны хранить их в таких шкафах — нам нужны более надежные замки. Однажды на таком собрании Теллер тоже встал и сказал мне: «Свои самые важные секреты я храню не в шкафу, а в ящике стола. Это ведь надежнее, правда?» Я ответил: «Не знаю, я не видел вашего стола».

На этом собрании Теллер сидел в первых рядах, а я в последних. И пока собрание еще шло, я потихоньку вышел из зала и отправился посмотреть стол Теллера.

Мне не пришлось даже открывать его замок отмычкой. Выяснилось, что достаточно было пошарить рукой сзади стола под крышкой, чтобы найти щель, через которую бумага можно вытягивать, как из ящичка для туалетной бумаги. Я вытащил одну, вторую, третью... Опустошил весь ящик, потом положил бумаги обратно, но с другой стороны и снова поднялся в зал.

Собрание как раз кончилось, все выходили из зала, и я, смешавшись с толпой, подошел к Теллеру и сказал:

— Да, кстати, давайте я посмотрю ваш стол.

— Конечно, — ответил он, и мы отправились к нему.

Я взглянул на его стол:

— Замок мне кажется вполне надежным. Давайте посмотрим, что там внутри.

— Очень рад показать вам, — сказал Теллер, вставляя ключ в замок и открывая ящик, — если вы уже не видели.

Когда вы шутите с очень умным человеком вроде мистера Теллера, проблема заключается в том, что время между моментом, когда он замечает нечто странное, и моментом, когда он понимает, что произошло, настолько коротко, что получить удовольствие от шутки вы не успеваете.

Некоторые из проблем, которыми мне пришлось заниматься в Лос-Аламосе, были довольно интересными. Одна из них состояла в обеспечении безопасности завода в Ок-Ридже, штат Теннесси. Бомбу собирались делать в Лос-Аламосе, а в Ок-Ридже занимались разделением изотопов урана — урана-238 и урана-235. Последний должен был стать взрывчаткой для бомбы. Предполагалось, что это будет большой завод, по несколько раз перерабатывающий большие количества сырья (выделение изотопа 235 приходилось осуществлять во много этапов). А сначала они вели опыты, получали небольшие количества U^{235} на экспериментальной установке и тут же учились анализировать полученное вещество, определять содержание в нем урана-235. И хотя все инструкции от нас завод получил, с их исполнением все время были трудности.

В конце концов Эмиль Сегрэ заявил, что единственный выход — ему самому поехать туда и проверить все на месте. Однако военные сказали: «Нет, наша задача состоит в том, чтобы всю информацию о Лос-Аламосе держать в одном месте».

В Ок-Ридже сотрудники ничего не знали о том, куда пойдет их продукция; они знали только, что от них требуется. То есть руководство завода, конечно, было в курсе, что они занимаются разделением изотопов урана, но они и понятия не имели, насколько мощна бомба и как она работает. А низший персонал вообще ничего не знал. Военные хотели, чтобы все так и оставалось: никакого обмена информацией. Сегрэ доказывал, однако, что в таком случае они никогда не получат правильных результатов анализов и в один прекрасный день вся эта лавочка взлетит на воздух. Поэтому он в конце концов отправился в Ок-Ридж сам, посмотреть, что там происходит. И вот, бродя по заводу, он увидел, как рабочие катят оплетенную бутылку с зеленой жидкостью. Это был раствор нитрата урана.

Он спросил:

— А когда уран будет очищен, вы собираетесь обращаться с ним так же?

— Конечно, — ответили ему, — а почему бы нет?

— А он не взорвется?

— Как взорвется?!

Тогда военные сказали: «Вот видите! Вам не следовало делиться с ними информацией. Теперь они заволновались».

Оказалось, что военные знали, сколько материала нам нужно на бомбу — двадцать килограммов или около того, — и

знали, что столько очищенного материала одновременно на заводе никогда не будет, так что опасности взрыва вроде бы нет. Но им не было известно, что после замедления в воде нейтроны становятся гораздо более эффективными. В воде для возбуждения реакции, регистрируемой по радиоактивности, нужно в десять — нет, в сто раз меньше вещества. Подобная радиоактивность смертельно опасна для человека, а на заводе безопасности не уделяли никакого внимания.

Поэтому Оппенгеймер послал Сегрэ телеграмму: «Пройдите по всему заводу. Обратите внимание на концентрации, которые у них возникают в разных точках технологической цепочки, а мы тем временем рассчитаем, какая концентрация грозит взрывом».

Работать над этим начали две группы. Группа Кристи занималась водными растворами, а моя — сухим порошком в ящиках. Мы вычислили, сколько вещества они могут накапливать без опасности реакции. После этого Кристи должен был поехать в Ок-Ридж и обрисовать им всю ситуацию, поскольку теперь положение изменилось и нам волей-неволей нужно было проинформировать их. Поэтому я с радостью передал свои расчеты Кристи и сказал: «Вот тебе все цифры, вперед». Но тут Кристи схватил воспаление легких, и ехать пришлось мне.

Летать на самолете до этого мне не доводилось. Папку с секретными бумагами мне привязали ремнями под пиджак! Самолет в те дни напоминал автобус, с той лишь разницей, что расстояние от остановки до остановки было больше. Нам то и дело приходилось выходить и ждать.

На одной из остановок рядом со мной стоял мужчина, теревший цепочку от часов и бормотавший что-то вроде: «Без брони на самолете теперь просто невозможно летать».

Я не удержался и сказал:

— В самом деле? А у меня броня есть.

Немного спустя он снова заворчал:

— С нами полетят какие-то генералы. Кому-то из нас с третьей категорией лететь не придется.

— Все в порядке, — сказал я, — у меня вторая категория.

Этот тип, вероятно, написал своему конгрессмену — если он сам не был конгрессменом — жалобу на то, что во время войны какие-то сопляки разъезжают со второй категорией.

Как бы то ни было, но до Ок-Риджа я добрался. Первым делом меня повезли на завод, я там все осмотрел, но не стал делать никаких замечаний. Дело оказалось еще хуже, чем докладывал Сегрэ, потому что он заметил, скажем, кучу ящиков в одной комнате, но не заметил такой же кучи ящиков в соседней комнате у той же самой стены. Видите ли, когда слишком много обогащенного изотопа-235 собирают в одном месте, он может взорваться.

Так я обошел весь завод. Память у меня неважная, но краткосрочная память при интенсивной работе — неплохая, и я смог запомнить особенно неблагополучные места вроде помещения 90—207, контейнера номер такой-то и тому подобное.

Вечером у себя в номере я описал все это на бумаге, объяснил, в чем состоит опасность в каждом случае и что нужно сделать для ее устранения. Кстати, это было просто. Для поглощения нейтронов в растворы следовало ввести кадмий, а ящики рассредоточить в соответствии с нормами.

На следующий день должно было состояться большое собрание. Да, я забыл сказать, что перед выездом из Лос-Аламоса Оппенгеймер сказал мне: «В Ок-Ридже в технике разбираются следующие люди: мистер Джулиан Уэбб, мистер такой-то и мистер такой-то. Я хочу, чтобы вы убедились, что эти люди присутствуют на собрании, что они услышат от вас, как обеспечить безопасность, и действительно поймут, как это сделать».

— А что, если их на собрании не будет? Что мне делать тогда? — спросил я.

— Тогда вы должны заявить: Лос-Аламос не берет на себя ответственность за безопасность завода в Ок-Ридже! — ответил Оппенгеймер.

— Как, вы хотите, чтобы я, букашка, пришел и сказал им...

— Да, вы, букашка, пойдете и скажете им.

Я рос прямо на глазах!

Когда я пришел на собрание, там были, само собой, большие шишки из компании, нужные мне инженеры, генералы и все, кого интересовала эта важная проблема. Меня это порадовало, потому что завод взорвался бы, если б всем было наплевать.

Меня сопровождал лейтенант Замволт. Он сказал, что, по мнению полковника, я не должен ни говорить на собрании, какую роль играют нейтроны, ни разъяснять остальные детали, а только сообщить, какие необходимо принять меры безопасности. Полковник хотел, чтобы секреты хранились по отдельности.

Я ответил:

— По-моему, невозможно заставить их выполнять целую кучу непонятных им правил. Я считаю, что моя задача будет осуществлена, только если я расскажу им все. Лос-Аламос может принять на себя ответственность за безопасность завода в Ок-Ридже лишь в том случае, если его работники будут полностью в курсе того, как работает бомба!

Это прозвучало внушительно! Лейтенант пошел со мной к полковнику и повторил мои слова. Полковник сказал: «Подождите пять минут», отошел к окну и принялся думать. В чем военным не откажешь, это в умении принимать решения. Я считаю замечательным достижением, что проблема «сообщать или не сообщать работникам Ок-Риджа о работе бомбы» была решена за пять минут. Я преисполнился уважения к этим военным парням, потому что сам никогда не мог решить ничего важного ни за какой отрезок времени.

Через пять минут он сказал:

— Прекрасно, мистер Фейнман, валяйте.

Тогда я рассказал им все о нейтронах, как они вылетают: бум-бум-бум, как их получается слишком много, и вам приходится рассредотачивать материал, как кадмий поглощает нейтроны и почему медленные нейтроны эффективнее быстрых, — все это в Лос-Аламосе было азбучными истинами, но здесь об этом слышали впервые, и я казался им, наверное, гением.

В результате они решили создать маленькие группы, чтобы делать собственные расчеты. Решено было также перепланировать завод, и в обсуждении приняли участие инженеры, строители, химики. Они собирались создать новый завод, на котором можно было безопасно перерабатывать обогащенный уран.

Меня попросили приехать снова через несколько месяцев, и, когда я приехал, они заканчивали проект завода. Мне предстояло взглянуть на него.

Как, по-вашему, можно увидеть завод, которого еще нет? Я не знаю. Лейтенант Замволт, мой постоянный спутник, привел меня в комнату, где были два инженера и длинный стол, накрытый синьками с чертежами.

В школе меня учили черчению, но чертежи для меня — темный лес. И вот они раскатывают передо мной рулоны проекта и начинают объяснять их мне, считая, очевидно, что перед ними гений. Одной из опасностей, которую они старались избежать, была накопление материала. Например, при работе испарителя материал в нем начинает скапливаться, если отказывает клапан. При этом возникает опасность взрыва. Поэтому, объяснили мне, этот



АРХИВ

завод спроектирован так, что при отказе любого клапана ничего не произойдет. Для этого клапаны всюду пришлось продублировать.

Потом они стали объяснять, как завод будет работать. Четыреххлористый углерод вводят сюда, нитрат урана подают отсюда вот сюда, он идет вверх и вниз, проходит вот это перекрытие, протекает вот по этим трубам, поднимается на второй этаж, туда-сюда, вверх-вниз, и все по синькам. Вот так, скороговоркой, объяснили мне работу очень, очень сложного химического завода.

У меня даже круги перед глазами пошли. В довершение беды, я не знал, что обозначают значки на чертежах! Там был значок, который я сначала принял за окно, — квадратик с крестиком посередине, и этих квадратиков там было понатыкано до черта. Сначала я думал, что это окна, но потом увидел, что этого не может быть, потому что значок не всегда стоял на стенах. Я решил спросить инженеров, что он обозначает.

С вами, наверно, такое тоже случалось: вовремя не задали вопрос. Все было бы замечательно, если бы я сразу спросил, а теперь они говорили уже слишком долго. Я чересчур долго колебался. Если спросить теперь, они могут сказать: «Какого черта ты заставил нас потерять столько времени!»

Что оставалось делать? И тут мне пришла в голову идея: это мог быть клапан. Я ткнул пальцем в один из загадочных квадратиков на третьей синьке и спросил: «А что случится, если этот клапан откажет?», опасаясь, что они ответят: «Это не клапан, сэр, это окно».

Инженеры переглянулись, и один из них произнес: «Ну, если откажет этот клапан, то...» И начал водить пальцем по чертежу вверх и вниз, туда и сюда, а второй инженер — вниз и вверх, сюда и туда, и они снова переглянулись. Потом с раскрытыми ртами повернулись ко мне и хором сказали: «Вы совершенно правы, сэр!»

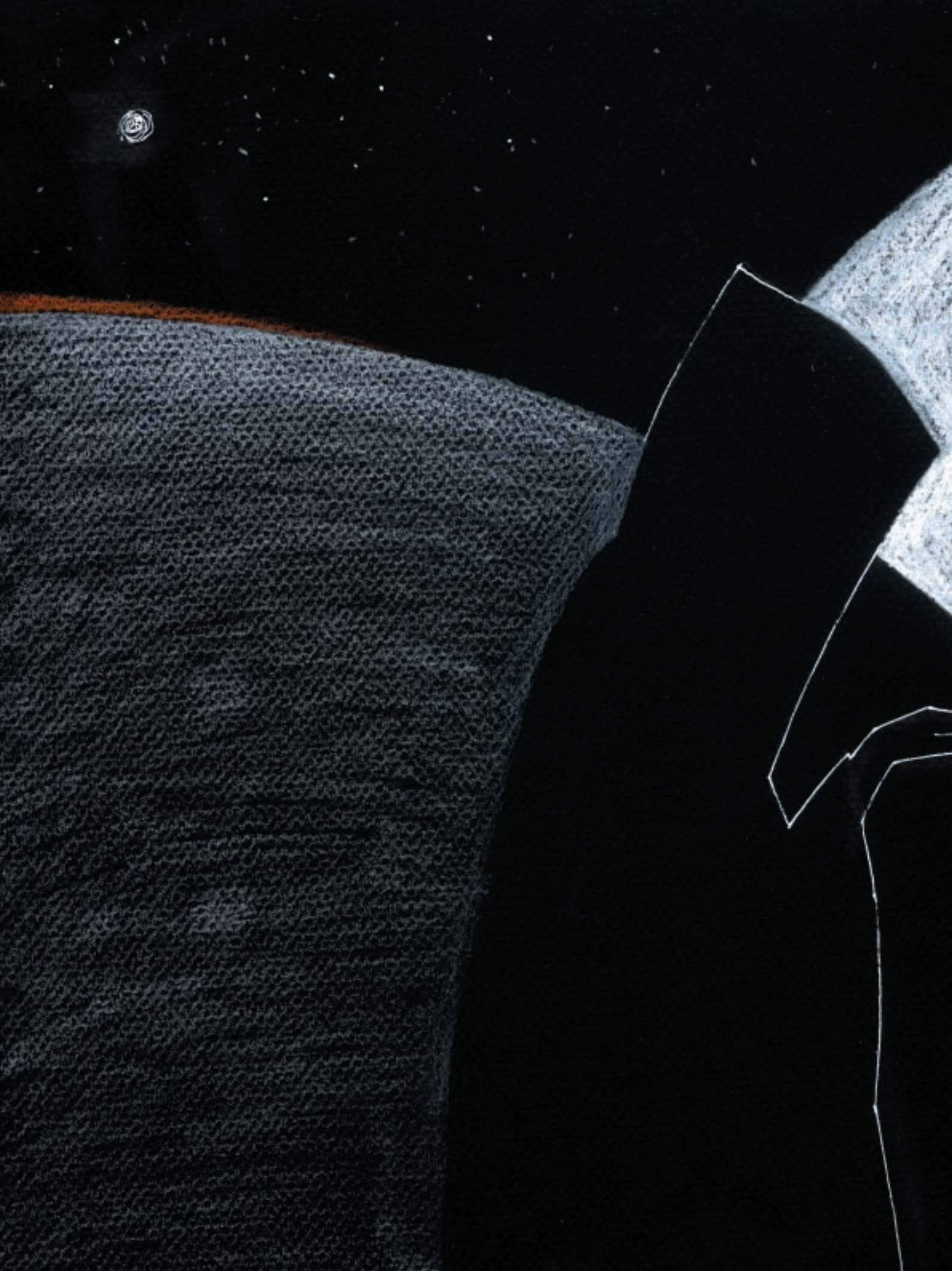
И они скатали свои синьки и ушли, а за ними ушли и мы. Сопровождающий меня Замволт сказал: «Вы гений, сэр. Я понял, что вы гений, когда вы мельком осмотрели весь завод и на следующее утро смогли указать им на неполадку с испарителем С-21 в помещении 90—207. Но скажите, ради Бога, как вам удалось найти у них эту ошибку?»

Я объяснил ему, что пытался выяснить, клапан ли это.

Перевод с английского

Ю.Ф.Орехова





Великая чума



ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Ее лицо заметал снег. Брови, когда-то черные, превратились в два тонких белых перышка, а волосы подернулись инеем, будто сединой.
— Марин!

Она лежала на горе других мертвецов, брошенная, как и все, в подворотню. Хорошенько не успевали. Даже дворян. Наследница замка Шинон уравниена с крестьянкой. Чуме безразлично.

Почему он не вернулся раньше! А если бы вернулся? Что он мог бы сделать? Чума не опасна для него, но не для нее.

Этьен осторожно провел ладонью по ее щеке. Холодна. Снегурочка... Лунный свет на его руке. Тонкое серебряное кольцо сверкнуло на пальце.

Там, за епископским дворцом, по замерзшей Сене мела поэмка, и Нотр-Дам белел в лунном свете, как снежный замок. Воздух пропитан дымом, увы, не спасающим от чумы.

Этьен покидал Париж. Его путь лежал в деревеньку Банье, что неподалеку от аббатства Сен-Жермен-де-Пре.

Невысокий холм был полностью покрыт снегом. Стволы заснеженных деревьев чернели на фоне рассвета, густого, как бордоское вино. Крыши под снегом. И ни одного дыма.

Литой крест у дороги. Как кружево. Первый луч солнца сквозь литье. Церковь святого Эрмелана почти не отличалась от богатого деревенского дома. Та же двускатная крыша, стены из желтоватого песчаника, а маленькие узкие окна напоминают бойницы. Построена века два назад и среди многочисленных деревенских церквей выделяется только именем. Нотр-Дам-де... Подставить название деревни. Здесь — «Святой Эрмелан».

Этьен хорошо помнил, как ее строили. И священника отца Дидье. Калитка в ограде оказалась не заперта. Маленькое кладбище при церкви.

Этьен прошел мимо надгробий к высокой дубовой двери. Церковь жила. Не затхлый запах покинутого дома — дым свечей, тепло плавящегося воска. Скромная обстановка. Беленые, не расписанные стены. Деревянная скульптура Мадонны над чашей со святой водой.

Этьен преклонил колени и коснулся пола рукой.

Отец Дидье молился у алтаря. На звук шагов он обернулся. Пожилой, с острым носом и глубоко посаженными глазами. Седина обрамляет тонзуру, постепенно пре-вращающуюся в лысину.

— Этьен, рад тебя видеть. — Немного устало, но без всякого удивления.

Священник поднялся с колен. «Очень сдал за последний год», — подумал Этьен. Отец Дидье вовсе не был аскетом. Снисходительно относился к грехам паствы и пил вино на деревенских свадьбах. Теперь — сухой выцветший старик.

— Пойдем в дом, Этьен. Что, постарел?

Гость не решился возражать, кивнул.

— Что вас мучает, святой отец? — спросил он, когда они уже сели за стол в домике священника.

— Теодицея, — усмехнулся тот.

— Святой усомнился в справедливости Божьей?

— Ну, какой я святой!

— Не отрицайте очевидного.

— Очевидного не существует. Господь дарует долгую жизнь. Но зачем? Может быть, только для того, чтобы нас испытывать? С чего ты взял, что это признак святости?

— Не огорчайте меня, святой отец. Я пришел из города. Может быть, я принес чуму. Но пришел только потому, что знаю, что для святых она не опасна.

— Чума уже была здесь. — Голос священника прозвучал глухо, как похоронный колокол. — Мы одни в Банье, эльф. Здесь больше никого нет.

— Что ж, значит, некого бояться.

И Этьен снял с пальца серебряное кольцо. Положил на стол рядом с кособоким бутылкой недорогого вина. И священник увидел его лицо. Слишком красивое. Сли-

ком выдающее расу. Слишком большие, чуть раскосые глаза, слишком тонкий нос, слишком яркие светлые волосы. Эльфа не спутаешь с человеком, только если он не отводит глаза.

— Ты разлюбил людей, Этьен. Тебе надо исповедаться.

Эльф усмехнулся:

— Мне ли? Мой дед принял крещение вместе с Хлодвигом, мой отец воевал с Шарлеманем, мой дядя был епископом и оставался католиком на катарском юге. Никто тогда не сомневался в его вере! Мы жили среди людей: лечили, строили храмы, сочиняли баллады, с мечом в руках защищали их государей. А теперь нас обвиняют в том, что мы вызвали чуму.

— Да, не один я мучаюсь теодицеей! — горько вздохнул священник. — Чтобы оправдать Бога, легче всего обвинить кого-то другого!

— Но вы-то не верите?

— Во времена моей молодости считалось, что эльфы — это непадшее человечество. Я до сих пор в это верю. Хотя, судя по тому, как ты кичишься своими предками, вы заразились от нас духовными грехами. Дай Бог, чтоб не остальными.

— Духовными? Да! У меня тоже проблемы с теодицеей.

Священник внимательно посмотрел на него.

— Марин умерла, — вымолил Этьен.

— Я мечтал вас обвенчать...

Стемнело. Священник зажег свечу. Запахло медом. Ветер запел за окном. Или не ветер?

— Этьен!.. Этьен!.. — Тихо-тихо — как вздох, как поступь снега.

— Слышишь?

Отец Дидье накинул плащ:

— Пойдем посмотрим.

Над заснеженными полями царила полная луна. А у подножия холма, словно в озере лунного света, двигались полупрозрачные фигуры. Тихая музыка, почти неотличимая от стона ветра. То ли с небес, то ли из адских глубин.

— Мертвые водят хороводы, — сказал священник. — Моя бывшая паства. И так каждую ночь. Я не смог вывести их к Свету, но и аду они не нужны. Бесы уводят грешников, ангелы — праведников. Только они остаются, обычные люди. Они забыты.

— Этьен! — Хрупкая фигурка отделилась от остальных и поплыла к вершине холма. Она приближалась, и сквозь нее просвечивали ветви деревьев. Улыбнулась белыми губами, откинула назад темные волосы в блестящих снегах... Или это было ночное небо?

— Я нашла тебя.

Этьен шагнул к ней, коснулся ее руки. Ладонью вверх, словно приглашал на танец. На ладони сверкнуло серебряное кольцо.

— Надень.

Девушка дотронулась до кольца, и ее рука стала непрозрачной. Задержалась на его руке. Он помог ей надеть кольцо, и ветви деревьев исчезли за ее спиной. Она стояла на снегу. Почти настоящая.

— Что ты наделал! — прошептал священник.

Эльф отвел глаза, но руки девушки не отпустил.

— Святой отец, вы нас пустите?

Священник молча повернулся и зашагал к дому.

Он угрюмо сидел за бутылкой вина, пока смеющийся дух Марин де Шинон с помощью эльфа завешивал плащом угол комнаты. Потом наконец встал и сорвал плащ.

— Мы здесь только на ночь, — сказал Этьен. — А потом уйдем.

— Грешить уйдете?

— Так повенчайте нас.

— Венчают живых! Иди сюда, Этьен, садись.

Эльф сел за стол напротив старика, Марин осталась одна в глубине комнаты.

— Ты дал духу призрачную жизнь... Ну и что ты собираешься с ним делать?

— Жить.

— Не богохульствуй! То, что ты задумал, хуже кровосмешения.

— Быть может...

— Все равно рано или поздно тебе придется отпустить ее. Лишь кончится чума — и о ней вспомнят, ты не сможешь удерживать ее.

— Мне все равно пришлось бы отпустить ее, просто это произойдет на тридцать лет раньше.

Священник молчал.

— Мы уйдем, — повторил Этьен.

— Никуда я вас не пушу. Я открою для... девушки комнату прислуги. Но ты туда не войдешь.

Наступила весна. Снег сошел, обнажив желтую прошлогоднюю траву. Потянулись к солнцу лиловые крокусы и белые подснежники.

Этьен несколько раз порывался уйти, но воля святого была сильнее, и они оставались. Чума шла на убыль, и наконец они решились выбраться в город.

По улицам Ситэ шло карнавальное шествие, предводительствуемое смертью, скорее комичной, чем страшной. Она размахивала бутафорской косой и орала всем: «Покайтесь!»

Отец Дидье преклонил колени и истово покаялся. Процессия была в восторге. Хохотали бюргеры, переодетые чертями, и просто горожане в масках, не озаботившиеся пошивом более сложного карнавального костюма. Взметались искры от факелов.

Отсмеялись, полетели дальше с визгом и криками. Священник поднялся, отряхнул рясу.

— Стоит ли так искушать Господа, отче? — спросил Этьен.

— Какое это искушение по сравнению с великой чумой?

Откуда-то сверху послышался звон колокольных. Оказалось, над улицей был натянут канат. По канату шел человек в яркой одежде фигляра. Все знали этого человека — его звали Жан Мизерабль. Вот уже три века, по праздникам и воскресеньям и просто погожими вечерами он балансировал над городом на своем канате. До великой чумы подозревали, что он — святой, ставший комедиантом из смирения, а во время чумы — что колдун. Теперь же горожанам было все равно, кто он. Они просто любовались представлением. И дух Марин во все глаза смотрел вверх, прижимаясь к плечу Этьена.

Эльф поглубже надвинул капюшон. Эти бюргеры кажутся безобидными, но осторожность не помешает.

— Может быть, затем и нужна была великая чума, чтобы бюргер стал бюргером, а фигляр фигляром, — тихо проговорил священник. — Наверное, мы чего-то не поняли в замысле Божиим, слишком увлеклись служением Ему.

Этьен вспомнил толстых деревянных святых, лишь вышедших из-под резца мастера в новых храмах, и поморщился. Новый вкус ему не нравился.

— Вряд ли она была нужна.

Близилась полночь, и в толпе горожан появились новые фигуры. Легкие, полупрозрачные. Мертвые веселились вместе с живыми. Только никто их не видел, кроме эльфа и святого, да еще духа мертвой девушки.

Нет, видел!

— Как ты сбегал с костра, Жан Мизерабль?

Один из призраков усталился на канатоходца, поднял с земли призрачный камень и запустил его вверх. Камень пролетел сквозь тело циркача, словно тот был бесплотен, но Жан вскрикнул, пошатнулся и сорвался вниз. В последний момент поймал канат и повис на руке.

Этьен поднял голову на крик, и капюшон сполз с его головы. Призрак повернулся к нему и расхохотался:

— И ты здесь, эльф? Колдун пришел посмотреть на колдуна! Слово услышав это, несколько горожан тоже повернулись к Этьену.

— Смотрите-ка! Эльф!

— Хватайте колдуна! Это эльфы наслали чуму!
И толпа, вмиг ставшая яростной, двинулась к Этьену. Он сбросил плащ, более не скрывавший тайны, отступил на шаг и вынул меч.

— Убери! — прозвучал рядом голос отца Дидье. — Не совершай греха.

Этьен не послушался, но отступил еще на шаг. Марин пряталась за его спиной. Священник вышел вперед и загородил их от толпы.

— Отойди, святой отец! — угрюмо приказал пожилой горожанин. А рядом с ним вился призрак, запустивший камнем в канатоходца, и нашептывал ему слова, а призрака уже держал за руку бес.

— Отойди!

— Вы отойдите! Эти юноша и девушка ничего вам не сделали!

— Юноша и девушка? — рассмеялся горожанин, и отец Дидье увидел, что злобный призрак вошел в него и стал с ним одним. — Ваш юноша — эльфийский колдун двух веков от роду, а девушка давно мертва.

И толпа двинулась на священника. И призраки один за другим сливались с людьми, искажая яростью их лица. И хохот бесов, подобный грохоту обвала, но слышимый только эльфам и святым, ревел над толпой.

Этьен бросился на помощь, но не успел. Священника сбили с ног. И он упал под ноги толпе.

Эльф нанизал на меч первого нападавшего. Обычно это сразу отрезвляет чернь. Но не на этот раз. Слившийся с ним призрак получил свободу и слился со следующим.

Этьен убивал. Толпа напирала и шла по трупам. Его неуклонно прижимали к стене. Места для маневра не осталось. Искаженные, нечеловеческие лица. Он попытался отступить еще и поскользнулся на крови. Хотел увернуться, но кто-то яростно ударил его в бок, и он выронил меч. Еще один удар. Теперь в живот. Он согнулся от боли и упал под ноги толпе. Чей-то сапог прошелся по его груди.

— Марин!

Девушки нигде не было.

Он уже терял сознание, как вдруг все кончилось. Рядом засиял костюм циркача, красные и оранжевые ромбы на белом фоне.

— Вы знаете, кто я, — звучал голос канатоходца. — Вы видели, как я вышел из огня. Так и вы выйдете из этих людей!

Прошло сорок дней. Этьен и Марин нашли приют в доме Жана-циркача. Точнее, на его чердаке. Но привередничать не приходилось: эльфа разыскивали как убийцу.

Поминали отца Дидье. Он погиб под ногами толпы, и его похоронил канатоходец. От Этьена тогда было мало толка. Циркач почти две недели выхаживал его на своем чердаке. И только Марин осталась невредима, словно происшедшее не коснулось ее вовсе. Толпа отхлынула, и она возникла рядом с раненым возлюбленным. Как призрак. Да она и была, в сущности, призраком.

— А что ты говорил об огне? — полюбоствовал эльф, когда пришел в себя и исчерпал слова благодарности.

Канатоходец улыбнулся:

— Меня пытались сжечь во время чумы. За колдовство. Но, когда запалили костер, я подумал, что это костер моей любви к Господу, который горит внутри меня. А теперь его разложили вокруг. Ну и что? И огонь не тронул меня, только пережег веревки. А дым не причинил вреда. Господь явился мне, взял меня за руку, свел с костра и провел через толпу. Никто не посмел меня тронуть. И мне была дарована власть изгонять бесов. В городе говорили, что я избежал смерти с помощью дьявола, но ничего не предпринимали. Ведь один человек мечтает сжечь другого, только если бес стоит за его плечом и нашептывает ему эти мысли прямо в ухо. А я изгонял бесов.



ЛИТЕРАТУРНЫЕ СТРАНИЦЫ

Допивали бутылку вина в память отца Дидье. Довольно хорошего бордо (иногда циркачам неплохо подают).

— Пойдемте, здесь неподалеку есть вполне приличный кабак, — предложил Жан. — Это безопасно.

Они пересекли Сену и оказались в Латинском квартале, во владениях Парижского университета, неподвластных ни королю, ни епископу.

Кабак назывался «Кошачий хвост». Вотчина студентов и поэтов.

Сели за выдавший виды дубовый стол под чадающим факелом и заказали еще бордо и курицу. Вскоре к ним подсел человек. Монах в белой рясе с низко надвинутым капюшоном. Они не посмели возразить. Только Марин крепче прижалась к эльфу.

— Да, я за тобой, девочка.

И он откинул капюшон. Отец Дидье, только моложе. И внутренний свет в глазах, не менее ярких, чем глаза эльфа.

— Меня послали за тобой. Мне это удалось не так просто. Пришлось похлопотать. — Он улыбнулся. — Но торопись. За дверьми стоит другая стража. Верни Этьену кольцо.

Эльф в отчаянии посмотрел на священника.

— А за меня вы не похлопочете, отче? — Потом перевел взгляд на канатоходца. — Здесь двое ходатаев на одного просителя.

Жан отвел глаза:

— Я пока занимаюсь земными делами.

— А вы, отче?

— Я думал, ты продолжишь мое дело здесь, — сказал отец Дидье.

— После убийства двух десятков горожан?

Священник положил руку ему на плечо. Невесомую и струящуюся светом.

— Не надо. Служение стоит дороже просьбы о милости.

Этьен молчал. Марин уже сняла кольцо и положила на его ладонь. Он сжал пальцы в кулак. А девушка снова стала бесплотной, и каменные стены зала проступили за ней.

И тогда он резко раскрыл ладонь и надел кольцо. Побледнел, губы дрогнули, разошлись в улыбке. То ли победной, то ли беспомощной, но уже мертвой. И глаза утратили свет.

Священник резко вскочил, бросился к нему.

Иногда смерть является прекрасной, дабы обмануть тех, кого хочет увести за собой.

Жан нащупал артерию у него на шее и покачал головой. Отец Дидье вздохнул:

— Они могут выбирать момент своей смерти.

— Те, кто принял крещение, — нет, — возразил канатоходец.

— Могут, но не должны. Присягнувшие служат, даже если теряют любимых.

— Я похороню его в его семейном склепе. А ты? Ты ему поможешь?

— Если смогу. Он не оставил мне выбора.

ДИАЭМ

СОВРЕМЕННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

с 1989 года на рынке

Нам доверяют
более
7000
клиентов

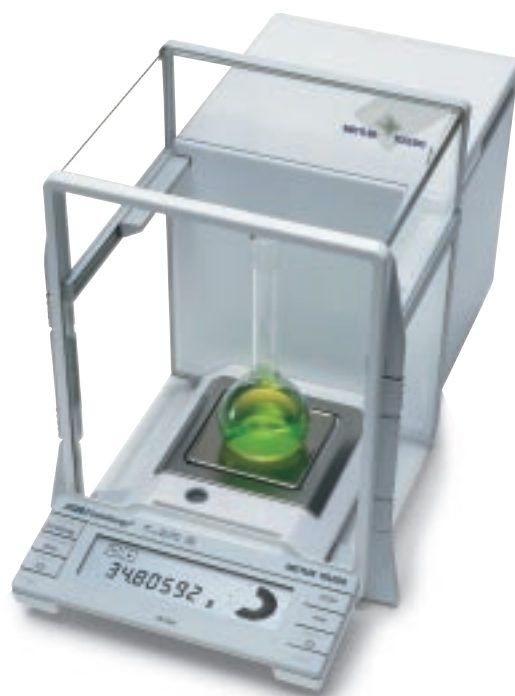
**Огромный выбор
ЛАБОРАТОРНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ,
РАСХОДНЫХ
МАТЕРИАЛОВ
И РЕАКТИВОВ**

ПРОИЗВОДСТВО И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ФАРМПРЕПАРАТОВ

- аналитическое оборудование для контроля физических свойств различных лекарственных форм (растворимость, распадаемость, истираемость и т.д)
- лабораторно-технологическое оборудование для производства в лабораторных условиях различных лекарственных форм
- автоматические титраторы
- рН-метры
- приборы для определения точки плавления

ОБЩЕЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- автоклавы
- весы
- водяные бани
- вортексы
- дистилляторы
- дозаторы
- мешалки магнитные
- микроскопы
- насосы
- системы очистки воды
- сухожаровые шкафы
- термостаты
- микротермостаты
- холодильники и морозильники
- центрифуги
- шейкеры



БИОТЕХНОЛОГИЯ

- анаэростаты и анаэробные станции
- ДНК-амплификаторы
- ДНК-секвенаторы
- защитные камеры для ПЦР
- ламинарные шкафы
- микроманипуляторы и оборудование для ЭКО
- оборудование для детекции результатов ПЦР
- CO₂-инкубаторы
- электрофоретическое оборудование



ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

- анализаторы белка/азота
- анализаторы жира
- анализаторы влаги
- вискозиметры
- гомогенизаторы
- дигесторы
- климатические камеры
- плотномеры
- рефрактометры
- роторные и центрифужные испарители
- спектрофотометры
- УФ-лампы
- химические реакторы



А ТАКЖЕ ЛЮБЫЕ РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И РЕАКТИВЫ

Вы можете сделать заказ по телефону, факсу, почте, электронной почте, в офисе и через Интернет.

ДИА^{ЭМ}

Для писем: 123458 Москва, а/я 10
Мы находимся:
Москва, ул. Щукинская, д. 6
(на первом этаже здания НПЦ Медицинской биотехнологии)

Телефоны:
(095) 190-66-12,
190-25-82,
190-39-48

Факс
(095) 190-34-71
www.dia-m.ru
info@dia-m.ru



**6 сентября в Президиуме Академии наук РФ
Всемирный онлайн-форум ученых InnoCentive™
объявил о начале своей деятельности в России**

InnoCentive — первая в истории онлайн-система, которая предлагает компаниям, нуждающимся в решении сложных проблем, доступ к лучшим исследовательским умам. Миссия InnoCentive — не пересекая государственных границ и преодолев традиционные барьеры, найти оптимальные научные решения вне зависимости от географического положения.

InnoCentive сотрудничает с компаниями и независимыми учеными, работающими в области химии, биологии, биотехнологии и других сферах. Согласно принятым в InnoCentive правилам, компании, ищущие решения своих проблем, платят только за конкретный, успешный результат. А ученые, помимо финансового вознаграждения, получают широкое общественное признание. Такая схема позволяет привлекать лучшие научные умы мира и существенно меняет бизнес в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР).

Ученые, желающие принять участие в решении научной проблемы, должны пройти регистрацию на сайте www.innocentive.com (русская версия) по интересующей их проблематике.

После этого ученые получают:

- доступ к серьезным проблемам НИОКР;
- увлекательную работу по решению проблем НИОКР мирового уровня;
- общественное признание своего таланта;
- финансовое вознаграждение.

Компании, ищущие решение научных проблем, получают:

- инновационные решения сложных проблем НИОКР;
- быстрый конкретный результат;
- доступ к сообществу научных талантов.

Запущенная в сентябре 2002 года русская версия сайта InnoCentive — оперативно обновляемый и информационно-насыщенный сетевой ресурс, позволяющий всем миром решать комплексные проблемы.

ПРИГЛАШАЕМ НА ПОСТОЯННУЮ РАБОТУ

**химиков, специалистов
в области органического синтеза,
а также программистов**
(желательно с химическим образованием)



**В московскую лабораторию
фирмы ChemBridge Corporation
с перспективой работы за рубежом
оклад 12–25 тыс. рублей + премия
Иногородним предоставляется общежитие**

Для рассмотрения Вашей кандидатуры
присылайте резюме.

E-mail: job@chembridge.ru

**Предлагаем спонсорскую поддержку
конференций и симпозиумов
по органической химии**

**Факс: (095) 956-49-48 Тел.: (095) 784-77-52,
E-mail: chembridge@online.ru 246-48-11
Почтовый адрес: 119048 Москва а/я 424**



FIZ CHEMIE BERLIN
Fachinformationszentrum Chemie GmbH

**КРУГОСВЕТНОЕ ПУТЕШЕСТВИЕ В МИР
ХИМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**Московское представительство
германской информационной фирмы
FIZ CHEMIE BERLIN**

**при Международном центре научной
и технической информации (МЦНТИ)
предлагает следующие услуги в области
химии и смежных науках:**

- базы данных на CD-дисках и дискетах;
- разовые профильные поиски в международных библио- и фактографических базах данных на CD-ROM дисках и в режиме on-line;
- абонементное обслуживание;
- проведение информационных и обучающих семинаров.

Наш адрес: 125252 Москва,
ул. Куусинена, 21Б

e-mail: ave@icsti.su; lev@icsti.su

Телефон: (095) 198-71-01

Факс: (095) 943-00-89

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ

3-я специализированная выставка товаров промышленной и бытовой химии

ЭХ ХИМЭКСПО 2002

26 - 29 ноября
2002 г.

Россия,
Москва, ВВЦ
пав.№20 (Химия)

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

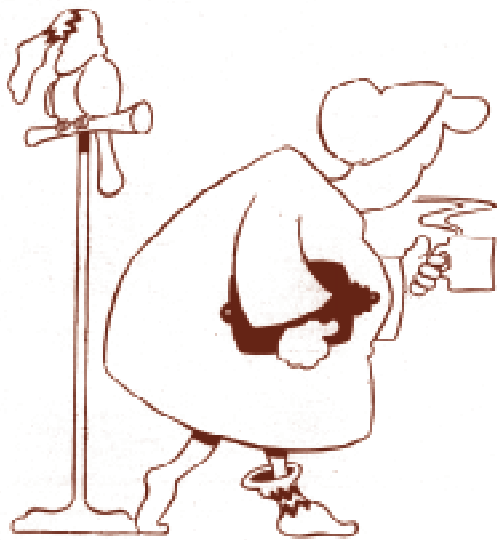
Разделы выставки:

- Продукты основной и органической химии в промышленности;
- Химия в строительстве;
- Химия в быту;
- Инновационные и инвестиционные проекты, лизинг оборудования;
- Технологическое оборудование;
- Переработка и утилизация отходов

Приглашаем на выставку!

Заявка на участие в выставке направляется до 10 ноября 2002г. по адресу:
125223, Россия, Москва, проспект Мира, ВВЦ, павильон 19, офис 14,
ООО «ИнформТехЭксп», Тел./факс: (095) 974-7421, 748-1296, 748-1299

Email: itexpo01@mtu-net.ru Менеджер выставки – Ирина Каткова



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Спасибо пчелам за утренний кофе

Издавна считалось, что плантации кофе — самоопыляющиеся, и поэтому пчелы никак не влияют на их урожайность. Дэвид Рубик из Смитсоновского института тропических исследований (США) обнаружил, что пчелы могут помочь в опылении. Более того, он доказал, что растения, опыляемые насекомыми, дают урожай в два раза больший, чем те, которые пчелы облетают стороной. Рубик опровергает широко распространенное мнение, что самый популярный сорт кофе — арабика не нуждается в опылителях. Именно из-за их отсутствия в некоторых районах Африки и Индонезии снизился урожай кофе. «Чтобы получить большой урожай с плантации, следует поддерживать естественную среду обитания, а не распылять инсектициды», — говорит ученый (по сообщению агентства «BBC News» 12 июня, 2002 г.).

Кофе традиционно выращивают на смешанных плантациях, вместе с другими культурами, разными по высоте, и это создает прекрасную среду обитания для птиц и насекомых, в том числе пчел. Но сегодня многие мировые производители перешли на интенсивное хозяйство — они выращивают кофе отдельно от других культур. При этом вначале размер зерен действительно увеличивается, но потом урожай падает, возможно, потому, что такие плантации не пригодны для жизни опылителей. Рубик также выяснил, что кофе, выращенный на солнце, на вкус хуже, чем росший в тени. Однако тень нужна и для опыляющих насекомых.

По мнению Рубика, главные опылители кофе в Панаме — завезенные в 1985 году африканские медоносные пчелы, обитающие в лесах вблизи кофейных плантаций. Полагая, что максимальный урожай кофе бывает на молодых растениях, расположенных рядом с лесами, ученый в 2001 году наблюдал за 50 панамскими плантациями. На каждой он окутывал несколько кустов тканью, лишая их контакта с насекомыми, и обнаружил, что цветы, на которые прилетали пчелы, производят более крупные плоды.

Сегодня пчелы покидают привычные места обитания из-за длительного и агрессивного возделывания земли. «В то же время, каждая чашка кофе, который вы пьете, — это результат работы нескольких дюжин диких африканских медоносных пчел», — говорит Рубик.

М.Егорова

Пишут, что...



...телефон стал достоянием 30% американцев через 38 лет после его появления, телевизор — через 17, компьютер — через 13, Интернет — через 7 («Мировая экономика и международные отношения», 2002, № 7, с.17)...

...в Центре фотохимии РАН синтезированы краун-соединения, обладающие антимутагенной активностью («Доклады Академии наук», 2002, т.384, с.560)...

...в Техасском университете получили жидкокристаллическую пленку из имеющих сильно вытянутую форму бактериофагов M13, к которым были присоединены нанокристаллы из сульфида цинка («Science», 2002, т.296, с.892)...

...в 80% всех статей, опубликованных в «Nature» в 1995—1998 гг., в той или иной степени использовались методы аналитической химии («Журнал аналитической химии», 2002, № 7, с.699)...

...взаимодействие комплексов молекул РНК с липидными мембранами может приводить к разрушению клеточной оболочки («Молекулярная биология», 2002, № 3, с.501)...

...в России открыто свыше 20 тыс. месторождений полезных ископаемых, из них 37% уже осваивают («Горный журнал», 2002, № 4, с.3)...

...предварительная обработка воды слабым магнитным полем влияет на структуру образующихся в ней газогидратов ксенона — возникают кристаллы особой формы субмикронных и микронных размеров («Биофизика», 2002, № 3, с.392)...

...в конце 2000 года в мире действовало 438 ядерных реакторов коммерческих АЭС и еще 31 реактор строился («США и Канада: Экономика, политика, культура», 2002, № 6, с.106)...

...в развитых странах лучевую терапию применяют более чем в половине случаев лечения онкологических больных («Физика плазмы», 2002, № 5, с.493)...



...первичной реакцией неорганического компонента клетки на ее повреждение радиацией служит нарушение обмена фосфора («Известия Академии наук, серия Биологическая», 2002, № 3, с.275)...

...геномы современных организмов построены из структурных блоков одинакового размера — примерно 360 пар оснований ДНК у эукариот и 450 пар — у прокариот («Генетика», 2002, № 6, с.796)...

...за Нептуном обнаружены два астероида (диаметр каждого — около 100 км), которые образуют двойную систему, то есть вращаются вокруг друг друга («Nature», 2002, т.416, с.711)...

...площадь водного зеркала водохранилищ всех стран мира составляет примерно 400 тыс. км² (это одиннадцать Азовских морей), а их объем превышает 6600 км³ («Известия Академии наук, серия Географическая», 2002, № 3, с.15)...

...в результате размыва берегов и затопления низменных участков суши наша страна ежегодно теряет до 5000 га прибрежных земель («Водные ресурсы», 2002, № 4, с.389)...

...наивысшими показателями наукоемкости (отношение расходов на НИ-ОКР к объему продаж) обладают в США фармацевтические компании, а также те, что производят средства связи и программное обеспечение («Науковедение», 2002, № 1, с.47)...

...на начало 2000 года в России проживало 77 358 176 женщин, что составляло 53,1% всего населения, из них репродуктивного возраста (15—49 лет) — 39 034 083 («Здравоохранение Российской Федерации», 2002, № 3, с.8)...

...по прогнозам британского «Фонда будущего», через 30 лет 80% людей будет появляться на свет благодаря искусственному оплодотворению, что позволит исправлять их наследственность («Вестник МГУ, серия Политические науки», 2002, № 3, с.24)...



КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ

Кино на простыне

Как только на большой экран выходит новый фильм, сразу появляется и сопутствующая рекламная продукция, например футболки с изображениями главных героев или захватывающих кадров. Не за горами время, когда футболки будут не просто рекламировать кино, а показывать его. Исследователи компании «France Telecom» создали ткань из пластикового оптоволокна, которая может светиться, демонстрируя последовательность изображений (по сообщению агентства «Nature News Service» от 22 мая 2002 г.).

Эммануэль Дефлин, разработчик новинки, считает, что оптоволоконная ткань откроет новые горизонты для дизайнеров моды. Больше не нужно будет беспокоиться, что встретишь кого-то в таком же наряде — из памяти мобильного телефона всегда можно скачать новый узор на платье или картинку на майку. Более практичное применение — спецодежда для пожарных или полицейских, на которой станут высвечиваться предупреждающие сообщения, заметные издали. В принципе можно наклеивать на ткань гибкие экраны из пластиковых светодиодов. Однако оптоволокно прочнее и дешевле, к тому же его легче приспособить к существующим текстильным технологиям.

Телевизионную ткань делали из пластиковых волокон, которые прочнее стеклянных, применяемых в телекоммуникациях. Концы нитей подвели к маленьким светодиодам, включением и выключением которых управлял микрочип. Для получения цветной картинки можно использовать разноцветные светодиоды. В обычном оптоволокне свет выходит только с торца, с боков оно выглядит прозрачным. Французская компания «Audio Images» нашла способ его перфорации: теперь, если с одного конца волокна подать свет, зажжется каждая дырочка.

До показа настоящих фильмов, конечно, еще далеко. Экран монитора или телевизора состоит из сетки точек (пикселей), каждая из которых либо светится, либо нет. Нить оптоволокна дает ряд точек, причем можно сделать так, чтобы светились лишь некоторые, но их расположение изменить нельзя. Поэтому каждый ряд «экрана» должен состоять из нескольких нитей с различным расположением светящихся пикселей. Однако сильных ограничений это налагать не должно: нить чуть толще волоса — примерно четверть миллиметра в диаметре.

Экран может показывать четыре разные картинки, выбирая одну из четырех нитей в каждом ряду. Когда загорается одна точка, свет от нее распространяется довольно далеко, поэтому темные нити почти не видны. Простейшие движущиеся картинки получают быстрым переключением с одного набора нитей на другой.

Е. Лозовская



Гиганты науки

Н. Резник

Принятые в настоящее время концепции полового воспитания можно условно разделить на два направления. Первое предлагает немедленно объяснить ребенку все как есть, сторонники второго считают нужным начинать беседу издалека, с тычинок и пестиков. Второй вариант, при всей его кажущейся архаичности, исторически более нов, потому что еще несколько веков назад люди пребывали в неведении о роли этих самых тычинок. Они, конечно, знали, что цветки у растения бывают разные, одни плоды образуют, а другие — нет, и даже называли бесплодные цветки мужскими, но роль полов в оплодотворении и размножении растений понимали не всегда. Поразительно! Еще древние занимались искусственным опылением растений, но теория от практики катастрофически отставала. Подтянуть ее удалось только в середине XVIII века, чему предшествовали столетия наблюдений, и очень важным шагом в этом направлении стало открытие Америки.

Внимание европейцев сразу привлекло трехметровое растение с метровыми листьями и здоровенными соцветиями: мужскими метелками и женскими початками. Индейцы окультурили его уже несколько тысяч лет, а белые люди называли растение «индейским злаком». Нам оно известно как кукуруза. У кукурузы толстый стебель, причем не полый внутри, как у других злаков, а заполненный рыхлой растительной тканью и такой крепкий, что не ломается под тяжестью созревших початков. В каждом початке сидит от 500 до 1000 плодов-зерновок, чаще всего желтых или желтовато-белых, но есть кукуруза и с красноватыми, фиолетовыми, синими, даже почти черными зернами. Этот матерый злак произвел такое впечатление на пришельцев, что они немедленно повезли его семена в Европу, а колонисты стали сеять кукурузу на своих землях. Некоторые поселенцы были членами Лондонского королевского общества, они по мере сил изучали незнакомую флору и фауну и посылали в Лондон отчеты о проделанной работе. «Индейский злак бывает разных окрасок — голубой, белой, красной и желтой; и, если их посадить раздельно или самих по себе так, чтобы поблизости не было никакого другого сорта, они сохраняют свою окраску, то есть голубые будут давать голубых, белые — белых и т. д. Но если на одном поле посадить в одном ряду грядки голубой злак, а белый или желтый в ближайшем ряду, они смешаются и обменяются своими красками; так, некоторые из початков злака в ряду голубых станут белыми или желтыми; а с другой стороны, некоторые в рядах белых или желтых будут голубой окраски... Мое скромное мнение, что пыльники или источники этого удивительного спаривания или смешения окрасок переносятся ветром через воздух и что временем или сезоном этого переноса

А.Е.КИРЕЙКО, Москва: *Продукт под названием «Нефрас» — это по всем документам должен быть бензин-растворитель; если в бутылке, купленной вами, находится жидкость с запахом ацетона, это безобразие, и безобразия загадочное: ведь ацетон подороже будет...*

Н.Б.ЧЕРТОК, Оренбург: *Настоящую аджику делают из красного перца, помидоры в ее состав не входят, но взаимопроникновение культур разных родов шутит и не такие шутки; если в салат оливы кладут каракатицу, а в хачапури сыр пармезан, почему бы не ставить на стол и томатную аджику?*

А.Н.ПЕТРЕНКО, гор. Клин Московской обл.: *Вкус корейских салатиков в основном определяют три компонента: уксус, глутамат натрия и жареный лук.*

О.П.КРУГЛОВОЙ, Новосибирск: *Отростки кактусов лучше укоренять не в воде, а в сыром песке, чтобы избежать загнивания среза.*

А.СМИРНОВУ, Пермь: *Слово «ракетка» происходит от арабского rahat — ладонь, а «ракета» — от французского roquete, так что эти слова совсем не родственные.*

П.Л.СЕМЕНОВУ, Санкт-Петербург: *На современные мониторы (то есть выпущенные в последние десять лет) защитные экраны не полагаются, поскольку ионизирующего излучения у них нет; нагрузка на глаза, конечно, остается, но от этого никакие экраны не спасают.*

В.Л., Владивосток: *Воспроизводить в домашних условиях промышленные технологии утилизации драгметаллов — дело непростое и недешевле, да к тому же еще и противозаконное.*

Л.К., Москва: *Если на фарфоровой рюмочке для яйца написано: «Можно использовать в СВЧ-печи», значит, действительно можно — но только без яйца: хоть в рюмочке, хоть без, оно все равно лопнет; в микроволновке можно разогреть яйцо, сваренное обычным способом, но зачем?..*

Поправка

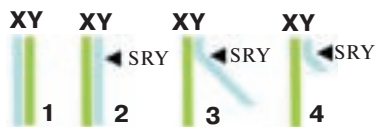
Редакция приносит извинения: рисунок 4 к статье П. Михайлова «Хромосома X в четырех кругах незначения» в № 8 за 2002 год должен был выглядеть так.

4

Эволюция половых хромосом.

Наши предки имели недифференцированные половые хромосомы (1).

Затем на одной из них возник ген-регулятор мужского пола — SRY (2). Для того чтобы предотвратить перенос этого гена с Y-хромосомы на X, возник запрет на спаривание между большими частями этих хромосом (3). Часть Y-хромосомы, исключенная из спаривания, постепенно деградировала (4).





ЖЕРТВА НАУКИ

является то, когда злак колосится и в семечке находится млечный сок; в это время злак находится в известном роде возбуждении и испускает резкий запах». Автор этих наблюдений — Поль Дэдди, главный прокурор Новой Англии.

Так, шаг за шагом, опыт за опытом, ученые разобрались, для чего служат пыльца, тычинки и пестики, и научились целенаправленно скрещивать растения. А кукуруза с ее крупными соцветиями, которые легко опылять, и множеством разноцветных зерен, которые, созрев, не высыпаются на землю, а дожидаются экспериментатора, оказалась удобным объектом для этих опытов. Поэтому она и прижилась в науке вопреки стремлению биологов работать с маленькими объектами.

На кукурузу обратил внимание знаменитый французский растениевод и селекционер Огюстен Сажрэ (1763–1851). Он прославился главным образом своими сортами фруктовых деревьев, а кукурузу скрещивал, пытаясь установить закономерности наследования. И он понял, что признаки дискретны и не исчезают в череде поколений. В 1826 году научное сообщество было еще не готово оценить результаты работ Сажрэ, однако сейчас его по праву считают первым предшественником Менделя, сознательно пытавшимся решить те же задачи. С кукурузой работали и переоткрыватели законов генетики Г. де Фриз и К.Корренс. По своим заслугам перед генетикой кукуруза сравнима с дрозофилой. Это один из первых биологических видов, который обзавелся генетической картой хромосом (работы Р.Эммерсона, 1935 год). Благодаря кукурузе в 20-х годах поколебалось представление о гене как о чем-то незыблемом. Ученые заметили, что некоторые зерна кукурузы окрашены не равномерно, а пятнами. Подходящее объяснение у биологов, конечно, было, а вот доказательства отсутствовали, пока в 1950 году Барбара Мак-Клинтон не обнаружила, что окраска зерен зависит от особых контролирующих элементов, которые перемещаются по геному. Пока элемент «сидит» рядом с геном окраски, зерно бесцветно, переместился — окраска появилась. Чем раньше в процессе развития зерна произошло перемещение, тем крупнее пятна на зерне. Молекулярные генетики и биологи буквально набросились на мобильные генетические элементы, и теперь их находят в любом геноме, который берутся изучать.

Не обошлось без индейского злака и при исследовании неядерной наследственности — на куку-

рузе открыли цитоплазматическую мужскую стерильность (стерильность пыльцы передается по материнской линии и зависит от особого фактора в цитоплазме).

Кукуруза интересует не только генетиков, ее очень любят и физиологи растений, потому что ей, как и некоторым другим южным видам, свойствен более эффективный способ фиксации атмосферного CO_2 . А еще у нее такие здоровенные листья, что на ней сам Бог велел фотосинтез изучать.

Помимо удобства работы, интерес ученых к кукурузе подогревает еще одно существенное обстоятельство — это ценнейшая сельскохозяйственная культура. Генетики не только окраской семян любовались. В 1910 году американский биохимик и генетик Э.Ист искал гены, контролирующие содержание в кукурузных зернах масла и белка. Оказалось, что таких генов очень много и они взаимодействуют неизвестным доселе образом. Из этих опытов родился новый раздел генетики — генетика количественных признаков, и начался более осмысленный этап селекции.

Ах, эта селекция — получение новых сортов, невозможное без многократного близкородственного скрещивания. А что такое скрещивание ведет к вырождению, люди знали задолго до открытия Америки. Однако только в конце восемнадцатого века они обратили внимание, что гибриды двух независимых линий, каждая из которых совершенно изурена близкородственными отношениями, обнаруживают изумительные размеры, плодовитость и жизнеспособность. Это явление называется гибридной мощностью, или гетерозисом. Сейчас гетерозис широко используют в селекции растений и животных, но механизм гибридной мощности до сих пор до конца не ясен. Ученые выдвигают разные гипотезы, а проверяют их, главным образом, на кукурузе. Совсем недавно молдавский генетик С.Т.Чалык получил линии кукурузы, потомство которых не обнаруживает гибридной мощности, что дает возможность исследовать гены, контролирующие гетерозис. Значит, с индейским злаком как объектом научных исследований прощаться рано, и привычка ученых скрещивать кукурузу подарит нам еще не одно открытие.





ОТКРЫТОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«АКРОН»

адрес: 173012, Россия,
г. Великий Новгород
телефон: (8162) 19-6109
факс: (8162) 13-1940, 13-1949
телекс: 237133 ACRON RU
e-mail: root@acron.vnov.ru

www.acron.ru

МОСКОВСКОЕ
ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО
ОАО «АКРОН»

адрес: 119034, Россия, г. Москва,
ул. Пречистенка, д. 37, стр. 2
телефон: (095) 246-7124, 246-5123
факс: (095) 230-2566
e-mail: info@acron.ru

