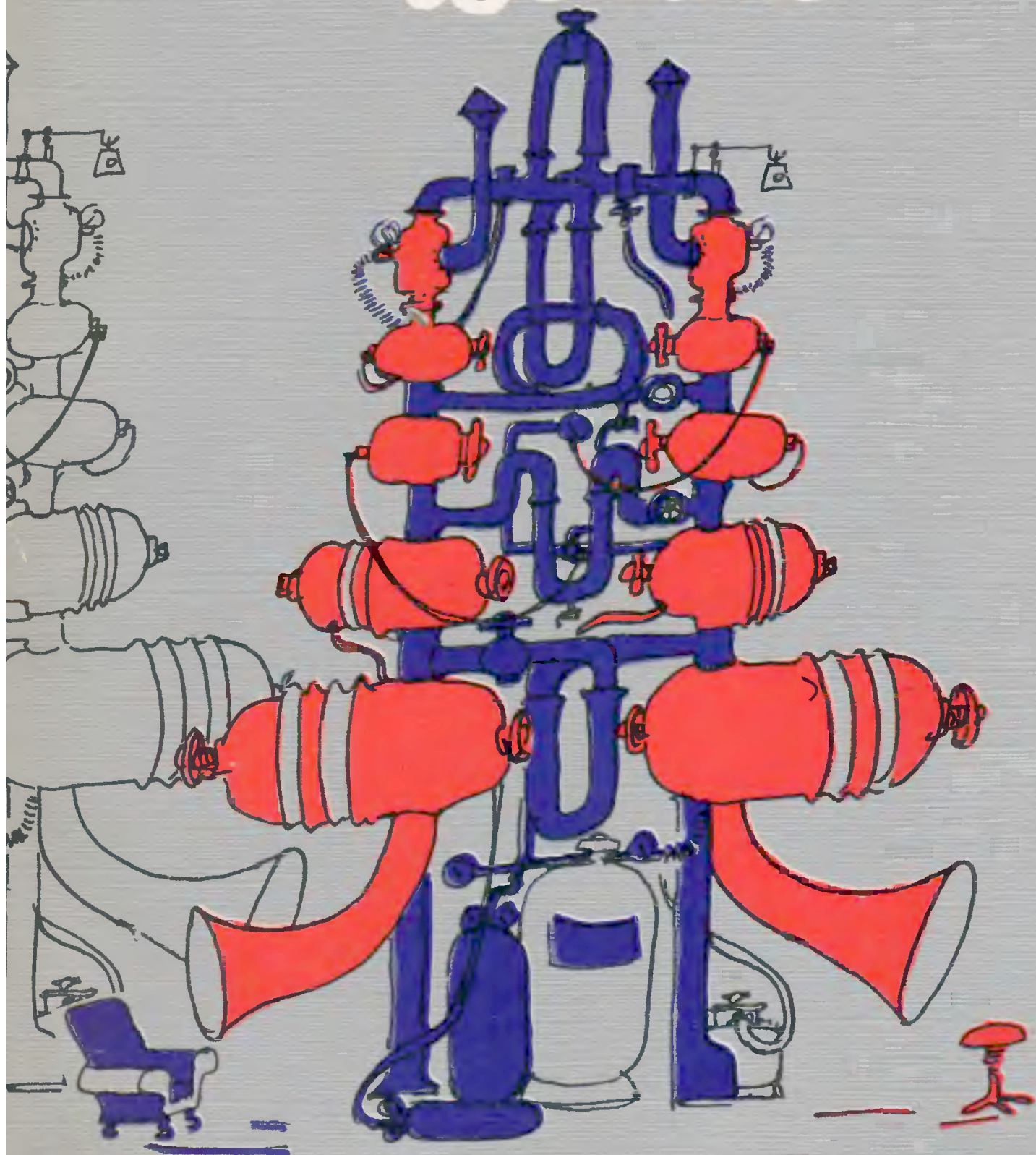


ДЭВИД ДЖОУНС

Изобретения Дедада



DAVID E. H. JONES

THE INVENTIONS OF DAEDALUS

A Compendium of Plausible Schemes

W. H. Freeman & Company
Oxford and San Francisco, 1982

Дэвид Джоунс

Изобретения Дедаша

Перевод с английского
А. С. Доброславского
под редакцией
д-ра хим. наук В. В. Патрикеева

ББК 30у
Д40
УДК 608.1/4

Джоунс Д.

Д40 Изобретения Дедала: Пер. с англ./Под ред. и с предисл.
В. В. Патрикеева.— М.: Мир, 1985.—232 с., ил.

Научно-популярная книга английского популяризатора науки и техники, выступавшего в течение многих лет на страницах журнала *New Scientist* под псевдонимом «Дедал». В живой и увлекательной форме автор рассказывает о смелых, поражающих воображение «идеях» современного Дедала — от твердой «газрówki» и электрического садовника до молекулярного гироскопа и магнитного монополя.

Написанная с большим юмором, красочно иллюстрированная, книга адресована всем интересующимся достижениями науки и техники.

Д $\frac{2101000000 - 174}{041(01) - 85}$ 150 — 85, ч. 1

ББК 30у
601

*Редакция научно-популярной и
научно-фантастической литературы*

Дэвид Джоунс
ИЗОБРЕТЕНИЯ ДЕДАЛА

Научный редактор А. Н. Кондрашова
Младший научный редактор М. А. Харузина
Художник В. Захаров
Художественный редактор В. Прищела
Технический редактор И. М. Кренделева
Корректор В. И. Киселева

ИБ № 5129

Сдано в набор 06.06.84. Подписано к печати 31.01.85.
Формат 70×90¹/₁₆. Бумага офсетная № 1.—7,25 бум. л.
Гарнитура таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 16,96. Усл. кр.-отт. 18,16. Уч.-изд. л. 20,40.
Изд. № 12/3431. Тираж 100 000 экз. Зак. 571. Цена 1 р. 10 к.

Издательство «Мир» 129820, ГСП, Москва, И-110, 1-й Рижский пер., 2

Можайский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфин и книжной торговли. 143200, Можайск, ул. Мира, 93.

© 1982 David E. H. Jones
© Перевод на русский
язык, «Мир», 1985

Предисловие редактора перевода

Имя Дедала, героя греческой мифологии, искусного зодчего, строителя знаменитого лабиринта на острове Крит, создателя первого «летательного аппарата», дошло до наших дней как синоним творца, художника, умельца, неистощимого на идеи изобретателя.

И вот теперь оно предстало перед нами на страницах необычной, яркой, искрящейся юмором книги английского ученого Дэвида Джоунса. Книга «Изобретения Дедала» возникла как итог многолетней работы Джоунса в журнале *New Scientist*, где он вел «колодку Дедала», о чем автор сам рассказывает в своем предисловии. Новые изобретения Дедала мало напоминают примитивные крылья из перьев, скрепленных воском. Современный Дедал-Джоунс не отстает от стремительного научно-технического прогресса нашего времени — напротив, он всегда «впереди»! Широта его интересов поистине безгранична: он создает сверхбыстроходные суда, тепловые планеры, молекулярные гироскопы, лазеры-взвешиватели и многие другие технические новинки; решает проблемы охраны окружающей среды, размышляет над проблемами усовершенствования быта; он подвергает критике многие стороны образа жизни западного общества, основанного на конкуренции и власти денег... В общем всего не перечислить — читатель сам получит возможность оценить творческий диапазон Дедала.

Казалось бы, необузданный полет фантазии Дедала имеет мало общего с реальностью, но... мы узнаем, что многие его идеи стали темами серьезных научных и технических исследований. Более того, как сообщает сам автор, около 20% его идей были так или иначе реализованы.

Публикации Дедала вызывали бурные дискуссии [в переписке с автором, в частности, принял участие известный английский изобретатель Эрик Лейтуэйт, книга которого «Как изобретать» переведена на русский язык (М.: Мир, 1980)]. Это, безусловно, свидетельствует о том, что все рассуждения автора не просто бесплодные фантазии — они учат аналитическому мышлению, помогают развить творческие способности, рождают свежий взгляд на мир.

Выйдя из тесных рамок журнала и объединившись в книгу, заметки Дедала дополнились комментариями, расчетами, забавными рисунками и превратились в изящные изобретательские миниатюры. Это делает книгу интересной для проверки знаний и эрудиции читателя. Чтобы процесс работы читателя над книгой был более интересным и творческим, мы рекомендуем не читать ее подряд, а поступить следующим образом. Прочтите заметку. Дайте волю фантазии, оцените возможности явления. Соберите воедино все известные вам факты, относящиеся к описанному явлению, — и лишь после этого прочтите соответствующий комментарий Дедала и особенно разработки фирмы КОШМАР, этого остроумного и забавного детища Джоунса. Читателю, желающему глубже разобраться в тех или иных затронутых здесь вопросах, мы советуем обратиться к рекомендуемой нами литературе, список которой приведен в конце книги.

В настоящее время считается, что изобретения делаются коллективом — век одиночек прошел. И действительно, если взять бюллетень изобретений за 1982 г., то количество изобретений, сделанных одиночками, составит лишь 18—20%. Однако это не умаляет их роли. Так что время Дедалов не кануло в Лету!

Кому адресована книга? Без преувеличения — всем, причем она тем интереснее, чем шире эрудиция читателя. Она привлечет внимание и любознательного старшеклассника, и опытного исследователя, и домашней хозяйки — об этом свидетельствует широкий круг корреспондентов, откликнувшихся на публикации Дедала-Джоунса в *New Scientist*.

С нашей точки зрения, эта книга может также служить хорошим подспорьем для школ творческой молодежи, которые широко создаются в настоящее время в нашей стране по инициативе ВОИР. Мы надеемся, что она вдохновит и советских ученых на публикацию своих «изобретательских миниатюр», ибо изобретения составляют величайшую славу народа.

В. В. Патрикеев,
заслуженный изобретатель РСФСР

Предисловие

Кто такой Дедал?

В этой книге собрано (и дополнено) 129 «изобретений Дедала», опубликованных в разное время на «страничке Ариадны» в еженедельнике *New Scientist*. Все изобретения современного Дедала не уступают по смелости выдумки восковым крыльям его античного предшественника: они оригинальны и остроумны и дают читателю богатую пищу для размышлений. Эти идеи лежат на грани между строгой реальностью и очевидной фантастикой.

Я готовил материал для «колонки Дедала» на протяжении 17 лет и уже давно вынашивал честолюбивый замысел объединить хотя бы часть этих материалов в книгу. За прошедшее время накопилось более 800 выпусков журнала, содержащих «колонку Дедала», так что недостатка в «сырье» не было. Но как собрать разрозненные выпуски в книгу? Компиляция, созданная при помощи ножиц и клея, была бы здесь совершенно неприемлема. Кроме того, мне хотелось дополнить многие идеи, которые раньше приходилось безжалостно урезать, чтобы втиснуть их в рамки журнального столбца. Поэтому при подготовке настоящей книги я счел себя вправе вносить изменения и дополнения в журнальные варианты «изобретений», объединять идеи, разбросанные в разных номерах журнала и подвергать опубликованный ранее материал общему редактированию. Например, многие «колонки Дедала» начинались словами: «Мой (тот или иной эпитет) друг Дедал...», где эпитет носил наукообразный характер, отражающий обсуждаемую в данной публикации тему. Бесконечное повторение этой фразы в книге звучало бы чересчур надоедливо, так что я вычеркнул все хвалебные эпитеты, в дальнейшем отказавшись от них и в журнале.

Изобретательская фантазия Дедала всегда отталкивается от научной реальности. И как это ни странно, примерно 17% изобретений в том или ином виде впоследствии были восприняты всерьез, запатентованы, реализованы, а некоторые, как оказалось, были уже осуществлены прежде! Кое-какие из опубликованных в жур-

нале идей Дедала я продемонстрировал «на практике» — в телевизионных научно-популярных передачах. Мне было очень лестно, что идеи из «колонки Дедала» предлагались студентам физического факультета Манчестерского университета в качестве тем для курсовых проектов. Студенты с удовольствием брались за дело, однако полученные ими результаты трудно поддавались оценке. Поэтому для тех, кто захочет более внимательно рассмотреть научную подоплеку этих «изобретений», я добавил раздел «Из записной книжки Дедала», где приводятся кое-какие вычисления и разбирается научная сторона вопроса. Все вычисления при подготовке книги я проделал заново, обнаружив при этом ряд неточностей. Так что численные расчеты, приведенные в настоящей книге, не всегда соответствуют ранее опубликованным в журнале. Прочие замечания, включая и упоминания о реализованных проектах Дедала, объединены под рубрикой «Комментарий Дедала».

Многие годы размышляя о будущей книге, я сталкивался с непреодолимой проблемой чертежей и рисунков. Где найти художника с достаточной технической эрудицией, который смог бы изобразить на бумаге фантазии Дедала? В конце концов издатели помогли мне разрешить эту задачу, предложив сделать все необходимые рисунки самому. Судите сами, что из этого получилось.

Что такое КОШМАР?

КОШМАР — это «Компания по осуществлению широкомасштабных актуальных разработок», руководимая Дедалом. Компания была основана в 1967 г., т. е. примерно через два года после появления на свет рубрики Дедала, по предложению Эдуарда Уилера, который в то время был редактором отдела техники журнала. Располагая такой «материально-технической базой», Дедал смог осуществлять свои проекты с поистине индустриальным размахом, и фирма КОШМАР стала покорять вершину за вершиной. Политика фирмы была сфор-

мулирована Дедалом в ее первом годовом отчете, опубликованном в номере *New Scientist* от 24 декабря 1970 г.:

Процветание фирмы основано на ее исследовательских контрактах. Практически весь доход вкладывается в расширение исследований. Как известно, все наши крупнейшие научные открытия были сделаны в ходе работы над другими проблемами или же в результате случайных наблюдений. В связи с этим мы поощряем полную научную безответственность наших сотрудников, позволяя им перескакивать с одной задачи на другую, проводить нелепые эксперименты и т. д. Это не только создает в наших лабораториях творческую атмосферу, которой лишены другие, быть может лучше оснащенные промышленные лаборатории, но и позволяет привлечь к работе наиболее талантливых сотрудников. Такая организация труда дает совершенно непредсказуемые результаты, представляющие большую ценность для нас и наших заказчиков...

Как вы уже, по-видимому, поняли, я категорически отрицаю нелепое утверждение, будто наша фирма существует для блага своих «акционеров»—

этой непостоянной, безымянной массы, охваченной лишь стремлением получить побольше прибыли. Своим успехом компания КОШМАР целиком обязана тому факту, что она существует для удовольствия и развлечения своих сотрудников.

Выпуск готовой продукции — отнюдь не основная задача компании КОШМАР. Ее изделия выпускаются небольшими партиями: их главная цель — проверка выдвинутых гипотез. Несмотря на это, за годы своего существования фирма упрочила свою репутацию в промышленных кругах. Журнал *New Scientist* получал вполне серьезные запросы о приобретении лицензий на изобретения фирмы КОШМАР; фирме даже угрожали судебным преследованием за нарушения в области патентного права! Если так будет продолжаться и дальше, то это значит, что фирма стоит на верном пути.

Ньюкасл-апон-Тайн,
май 1981 г.

Дэвид Джоунс

Натуральная окраска

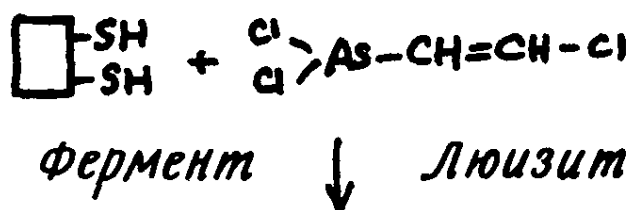
В пестроте животного мира наблюдается загадочный пробел: нет ни одного зверя с зеленой шерстью. Такая защитная окраска была бы чрезвычайно полезна для пастбищных животных, однако природа, похоже, не в силах справиться с подобной задачей. Поэтому Дедал изыскивает способ изменения масти животных, вспомнив в этой связи о ишумевшем научном подтверждении версии об отравлении Наполеона мышьяком — подтверждении, основанием на анализе сохранившихся прядей волос императора. Биологи уже высказывали предположение, что повторная линька (например, у змей) является дополнительным механизмом удаления отходов из организма. Дедал заключил, что для выведения из организма людей и животных вредных металлов служат также ногти, волосы или шерсть. Постоянная «тренировка» повышает эффективность этого процесса: например, продолжительный прием малых доз мышьяка делает организм нечувствительным к довольно значительным дозам этого яда. Дедал предлагает стимулировать активность биохимических механизмов отторжения металла у овец, постепенно увеличивая дозу небезвредных, но зато создающих яркую окраску металлических соединений: кобальта (розовый), меди (синий), никеля (зеленый) и т. п. Анализы покажут, какое соединение наиболее эффективно накапливается в шерсти. Таким образом мы создадим не только зеленых овец (равно как коров и лошадей) с прекрасным камуфляжем, но и

получим натуральную пряжу яркой расцветки. Более того, изменяя дозу металла в процессе роста шерсти, мы вырастим овцу с многоцветным муаровым мехом — идеальным сырьем для мохеровых свитеров, твидовых тканей и других изделий с нежными переходами цвета. Сейчас Дедал занимается разработкой металлоорганических соединений, которые, поступая в организм животного вместе с пищей, будут откладываться в шерсти. Это позволит производить естественным путем смешанные натурально-синтетические волокна, столь популярные в наши дни*.

New Scientist, January 18, 1968.

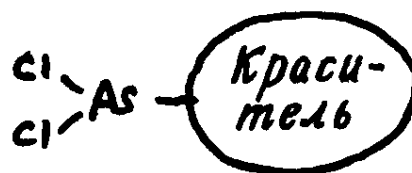
Из записной книжки Дедала

Удобной моделью для начала нам может послужить процесс отложения мышьяка в волосах. Типичное соединение мышьяка — отравляющий газ люизит. Он реагирует с тиольными группами некоторых ферментов следующим образом:



Деактивированный фермент

Именно тиольные группы кератина связывают мышьяк в ногтях и волосах. Цепочка с двойной углеродной связью в молекуле люизита очень напоминает аналогичные цепочки в молекулах многих органических красителей. Вполне реально поэтому было бы синтезировать соединения вида



В случае удачи такие соединения, попадая в организм с пищей, будут затем поступать в шерсть животных. Благодаря высокой окраши-

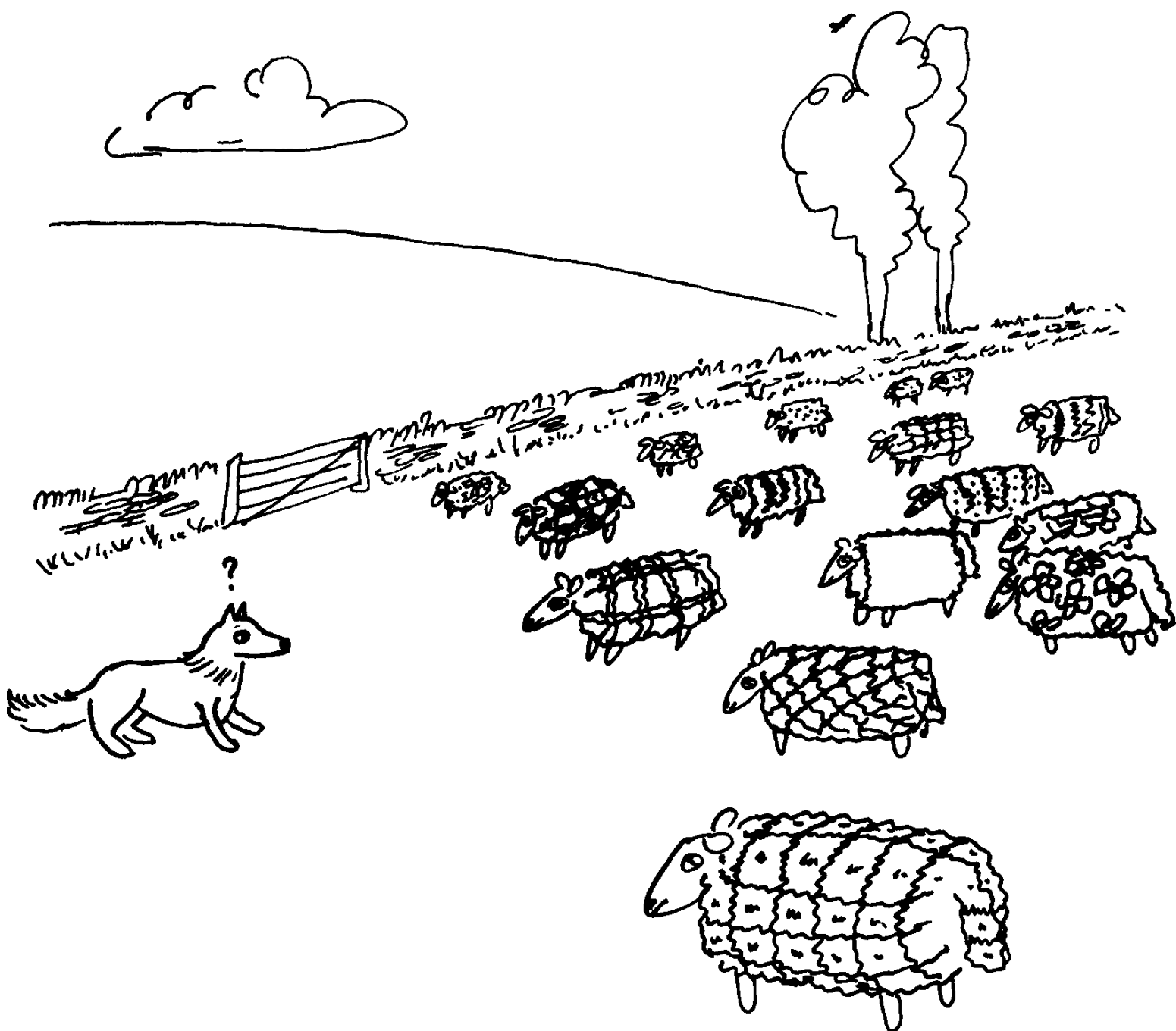
* Натуральная окраска шерсти животных действительно сильно зависит от наличия тяжелых и цветных металлов. Однако в пищеварительном тракте красители подвергаются действию различных ферментов при значительной кислотности, поэтому органические вещества разлагаются.

Тем не менее фантазии Дедала относительно зеленых животных, по-видимому, не абсолютно беспочвенны. Так, по сообщению агентства АДН из Италии, в городке Рефранкоре в области Пьемонт у одной собаки родились шесть щенков, один из которых был зеленым (!); причем через 25 дней после рождения зеленая окраска шерсти стала еще более интенсивной. Ученые объясняют это явление редким генетическим изменением (см. «Известия», № 134, 13 мая 1984 г.). — *Прим. ред.*

вающей способности органических красителей для создания яркой окраски потребуются микроскопические дозы вещества, которые вполне могут оказаться безвредными для организма. Поскольку нам ничто не мешает вводить красящую добавку по своему выбору, мы сможем вывести зеленых, красных и даже оранжево-флуоресцирующих овец (последних будет очень легко отыскивать в снежных сугробах).

Какова же будет расцветка животных? Вряд ли шерсть у овец растет равномерно; скорее всего, одни части тела обрастают быстрее, другие медленнее, а временами рост шерсти прекращается (именно так растут волосы у

человека). Поэтому там, где шерсть растет медленно, концентрация красителя будет значительно выше, чем в быстро обрастающих частях тела,— таким образом выявится скрытый рисунок. Если части с различной скоростью роста шерсти невелики и хаотически перемешаны, то появится муаровый узор; возможно также, что шкура станет просто пятнистой. Во всяком случае, после того как закономерности роста шерсти будут изучены, можно будет вводить в организм животного различные красители по заранее разработанному плану, целенаправленно создавая великолепные многоцветные экземпляры. Но как отнесутся к этому сами животные?



Твердая газировка

Леденец-новинка содержит сжатый углекислый газ в микропузырьках, заключенных внутри кристаллов сахара, и восхитительно потрескивает во рту, по мере того как при растворении сахара высвобождается газ*. Дедал усматривает в этом далеко идущие возможности. Он указывает, что в очень маленьких пузырьках газ содержится под огромным давлением. Таким образом, вспенивая жидкость и затем вызывая ее затвердевание при повышенном давлении, можно получать твердые материалы с большим запасом внутренней энергии. Пеномыло КОШМАР энергично массирует влажную кожу благодаря тысячам крохотных взрывов газовых пузырьков. Этот процесс сопровождается характерным шипением, тональность которого можно заранее отрегулировать, подобрав надлежащий размер пузырьков. На этом же принципе основан ультразвуковой стиральный порошок, который поможет навсегда покончить со стиральными машинами, и зубная паста, не только прекрасно очищающая зубы, но и массирующая десны. Дедал также проводит опыты по насыщению кислородом мятного печенья (этот продукт предназначен для подводников: он избавит их от необходимости дышать, поскольку содержащийся в печенье кислород станет усваиваться непосредственно в пищеварительном тракте). К несчастью, образец печенья, содержащий ровно столько кислорода, сколько необходимо для его усвоения организмом, оказался взрывоопасным. Съедобный динамит мог бы заинтересовать геологов и полярных исследователей; начаты также работы по созданию не столь аппетитных пенокислородных взрывчатых веществ.

Другой отдел фирмы КОШМАР занимается разработкой вспененных под давлением поролонов для мягкой мебели. Зная, сколь опасны продукты сгорания пенополиуретана, Дедал насыщает поры нового пеноматериала газами, используемыми в современных огнетушителях.

* Интересно, что появление газовых включений в твердом теле подсказано природой. Газовые включения (окклюзии) часто наблюдаются в кварце или янтаре (см. [1]). — *Прим. ред.*

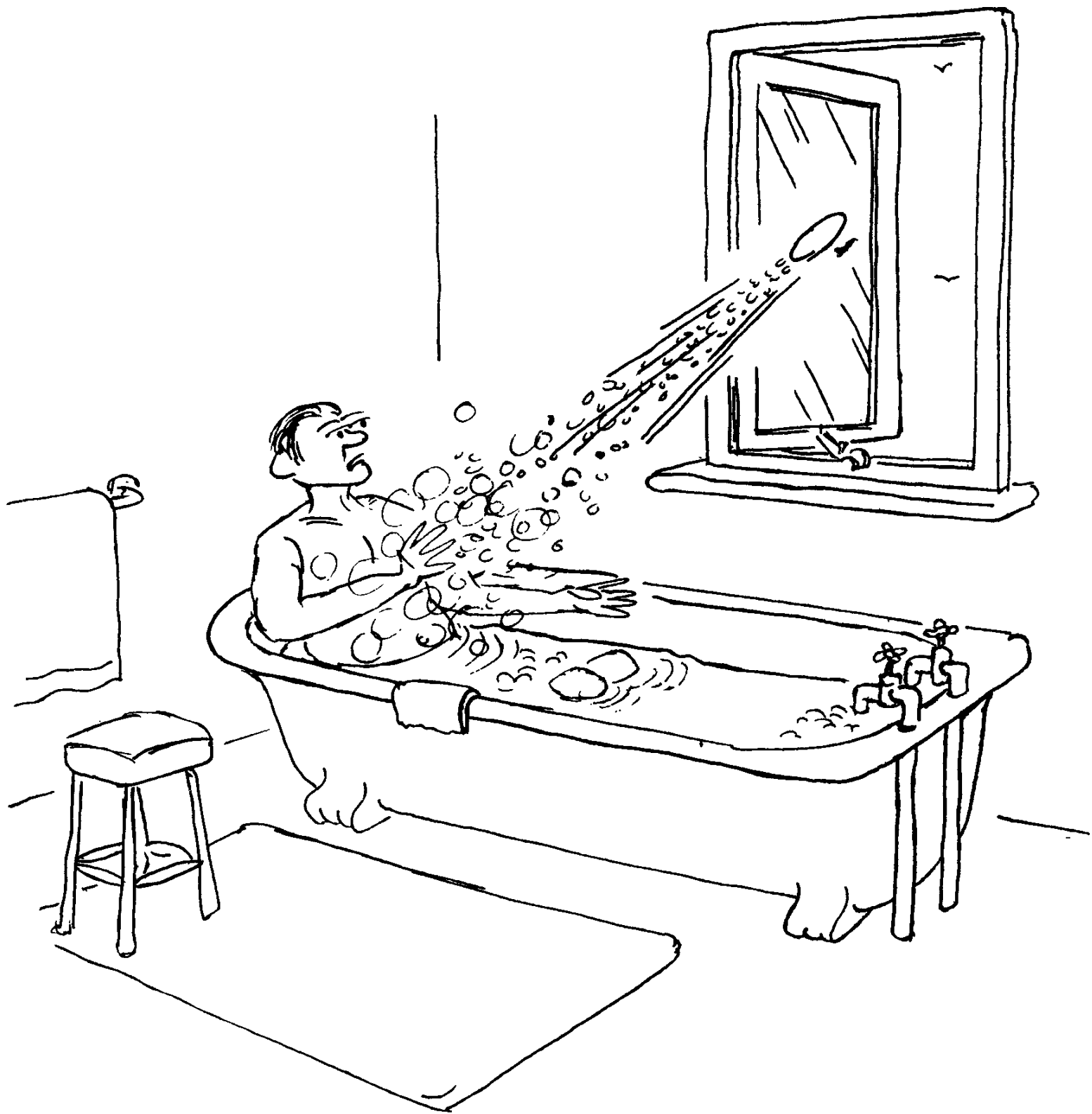
Как только во время пожара диван начнет плавиться, миллионы газовых пузырьков разорвутся — огонь погаснет, а сопровождающий это ужасный треск послужит сигналом тревоги. Более того, в доме, обставленном подобной мебелью, пожар вовсе не сможет возникнуть, так как горящая спичка или окурок погаснут, едва начав прожигать дыру в обивке.

New Scientist, September 14, 1978

Из записной книжки Дедала

При атмосферном давлении растворимость газов в жидкостях колеблется в пределах 0,005—0,1% по весу. Поскольку растворимость примерно пропорциональна давлению газа, при давлении в 500 атм весовой процент растворенного газа достигнет 2,5—50%. Дополнительное количество газа может быть введено в жидкость в виде микропузырьков. Давление внутри пузырька превышает внешнее давление на величину $2\gamma/r$, где γ — поверхностное натяжение жидкости, а r — радиус пузырька. Коэффициент поверхностного натяжения жидкости можно принять равным $\gamma = 0,05 \text{ Н/м}$, тогда в пузырьке диаметром 10^{-8} м ($r = 5 \cdot 10^{-9} \text{ м}$) газ находится под давлением $p = 2 \times 0,05 / (5 \cdot 10^{-9}) = 2 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2 = 200 \text{ атм}$.

Наиболее удобный способ создания в жидкости пузырьков такого размера состоит, по видимому, в насыщении ее пузырьками большей величины и в последующем повышении внешнего давления. Как бы то ни было, путем одновременного растворения газа в жидкости и насыщения ее пузырьками можно ввести в жидкость такое количество газа, которое будет, возможно, даже превосходить по весу количество растворителя. После этого жидкость подвергают затвердеванию. Очевидными кандидатами на роль растворителя можно считать расплавленные пластмассы и растопленный сахар, особенно если удастся подобрать добавки, обладающие повышенной растворяющей способностью по отношению к выбранному газу; требуемое давление составляет несколько сот атмосфер. Заметим кстати, что сахар



Газированное мыло КОШМАР невозможно удержать в руках.

горюч: $C_{12}H_{22}O_{11}$ (342 г) + 12 O_2 (192 г) =
= 12 CO_2 + 11 H_2O ; так что сахар, содержа-
щий 36% (по массе) растворенного кислорода,
может быть полностью усвоен организмом
или сожжен без дополнительной затраты окис-
лителя.

Комментарий Дедала

Конфета, о которой идет речь, называется
«Звездная пыль» и выпускается фирмой «Дже-
нерал фудз». При ее изготовлении (*Chemical
Technology*, July 1978, p. 446) углекислый
газ под давлением 40 атм растворяется в подо-
гретом сахарном сиропе, после чего сироп за-
твердевает. Полученная карамель содержит
примерно 2 см³/г CO_2 в виде примесей в кри-
сталлической решетке и 4 см³/г в виде микро-
пузырьков; именно микропузырьки создают эф-
фект «шипучки».

Любопытна история изготовления этого
продукта (*The Economist*, May 26, 1979, p. 114),
которая восходит к началу 60-х годов. Пер-
воначальная — и весьма остроумная — идея
заклучалась в создании твердого концентрата

газированных напитков. Попытка, однако, не
увенчалась успехом: либо в сахаре не уда-
лось растворить достаточное количество угле-
кислоты, либо углекислота сразу «выбулькн-
вала» из жидкости, в которой при изготовлении
напитка растворяли сахар. Тем не менее сам
концентрат, растворяясь во рту, обладал свой-
ствами газировки, поэтому в 1962 г. компа-
ния «Дженерал фудз» запатентовала его и в
последующие годы пыталась продать лицензию
другим кондитерским фирмам. Но высокая
цена отпугивала потенциальных покупателей,
и только в 1978 г., когда срок действия патента
истекал, фирма решила сама выпустить «Звезд-
ную пыль».

Вполне реально также и взрывчатое ве-
щество, в котором чистый кислород перемешан
с горючим материалом. При строительстве
Симплонского тоннеля взрывчатку получали
при погружении палочек древесного угля в жид-
кий кислород (оксиликвит). В этом случае,
однако, высокая концентрация кислорода до-
стигалась путем понижения температуры, а не
за счет повышения давления.

Фейкодер

Растущий интерес к видеотелефонной связи
заставляет Дедала задуматься, какой цели мо-
жет служить такая система. Возможность вид-
еть лицо собеседника не увеличивает содер-
жительность разговора, но по выражению его
лица вы можете видеть, что он закончил
свою реплику, что он сердится или, быть мо-
жет, лжет. (Последнее особенно полезно при
деловых переговорах.) Однако с технической
точки зрения передача столь скромной инфор-
мации по телевизионному каналу, занимаю-
щему полосу частот, достаточную для тыся-
чи телефонных разговоров, — полнейшее расто-
чительство. В этой связи Дедал вспоминает
о «вокодере» — устройстве, преобразующем
человеческую речь в некое подобие телеграф-
ного кода, который очень экономно исполь-
зует емкость канала связи. На приемной стан-
ции кодированный сигнал приводит в действие

синтезатор речи, отчетливо воспроизводящий
сказанное, но голосом, лишенным интонаций
и эмоциональной окраски. Поражаясь лег-
кости, с какой хороший карикатурист несколь-
кими штрихами передает характерные черты
и выражение человеческого лица, Дедал за-
думал создать телевизионный аналог вокоде-
ра. Используя современные принципы распоз-
навания образов при помощи ЭВМ, новый
прибор фирмы КОШМАР под названием
«фейкодер» преобразует телевизионное изо-
бражение человеческого лица в графический
шарж с последующим его переводом в стаи-
дартный импульсный код для передачи по те-
лефонному каналу. Этот простой сигнал, изме-
няющийся всего лишь примерно 20 раз в се-
кунду, занимает очень узкую полосу частот
и вполне может быть передан вместе с голо-
сом по одному телефонному каналу. Это остро-



умное приспособление позволит перевести всю телефонную сеть на «видеотелефон» без необходимости замены существующих коммуникаций на дорогостоящий телевизионный кабель.

Для подготовки соответствующего программного обеспечения ЭВМ психологи фирмы КОШМАР изучают человеческую мимику. С этой целью они просматривают мультфильмы Уолта Диснея, телевизионные выступления политических деятелей, отражающие широкий спектр приемов уклончивости и фальши, а также наблюдают ведущиеся посредством мимики беседы между испытуемыми, разделенными перегородками из матового стекла различной степени прозрачности. На основании полученных данных предполагается составить программы кодирования, так что фейкодер будет передавать лишь информацию о выражении лица собеседника, отбрасывая несущественные детали, такие, как характер освещения или фон. Передаваемый «шарж» позволит опознать собеседника, однако основное «содержание» изображения будут составлять эмоции. Таким образом, вы получите возможность разговаривать с мультипликационной картинкой, которая будет выражать вам свое согласие или сомнение, расположение или враждебность — любые эмоции в чистом виде, вроде того, как это делал Чеширский кот из «Алисы в стране чудес» Льюиса Кэрролла. Регулятор усиления позволит превратить легкое недовольство в кипящую ярость, слабое сомнение в полное замешательство; это будет очень удобно при разговорах с людьми, умеющими в любых ситуациях сохранять непроницаемое выражение лица. И наоборот, это позволит ослабить страсти темпераментных собеседников до уровня нейтральной благовоспитанности и избежать таким образом многих досадных недоразумений, происходящих из-за различия национальных темпераментов.

Еще большую пользу может принести фейкодер как средство для уничтожения непреодолимого коммуникационного барьера между автомобилистами. Безопасность движения поднимется на невиданную высоту, если каждый автомобиль будет оснащен фейкодером, проецирующим лицо водителя на экраны, установ-

ленные спереди и сзади автомобиля. Это положит конец дорожному изоляционизму автоводителей. Одного взгляда на автомобиль будет достаточно, чтобы понять, кто за рулем: лихач, растерянный новичок или раззява, — и действовать соответственно обстановке. Нарушитель сможет извиниться, изобразив на своей карикатуре раскаяние, и тем самым смягчить гнев потерпевшей стороны. А огорченная мина водителя, у которого мотор заглох перед светомфором, умиротворит негодование тех, кто по его милости застрял на месте. Бурные эмоции уступят место инстинктивно-вежливому обмену улыбками.

Но подлинную революцию изобретение Дедала произведет, по-видимому, в отношениях между человеком и машиной. Управляя, например, большим химическим производством, оператор должен быстро и безошибочно вмешиваться в ход технологического процесса. Использование пульта, снабженного множеством стрелочных приборов, представляется довольно примитивным способом контроля процесса; листы машинных распечаток в этом смысле еще менее удобны. Вместе с тем мы еще с младенчества научились распознавать различные нюансы человеческой мимики и выработали инстинктивные навыки ублажать своих родителей. Инженеры фирмы КОШМАР разрабатывают на основе фейкодера систему управления химическим производством, в которой приборная панель будет заменена одним или несколькими телевизионными экранами. Лица на экранах будут изменять выражение в соответствии с ходом процесса: рост производительности будет изображен благодушной улыбкой, та или иная степень недовольства покажет, что с агрегатом не все в порядке, панический ужас послужит предвестником надвигающейся катастрофы. С одного взгляда оператор сможет оценить положение дел, а врожденные навыки позволят ему управлять процессом с невиданной доселе эффективностью. Кроме того, подобный метод управления, несомненно, будет способствовать пробуждению человеческих качеств у зачехленных технарей и станет шагом к созданию «технологии с человеческим лицом». Его внедрение поможет значительно увеличить число людей, влюбленных в свою работу.

Для дома, для семьи

Как считает Дедал, до сих пор научно-техническая революция лишь поверхностно сказывалась на облегчении домашних хлопот. По своей сути труд домохозяйки остается прежним, несмотря на появление все новых сверкающих никелем и хромом приспособлений. Дедал хочет представить на суд читателя некоторые результаты, полученные на основе радикального пересмотра подхода к домашнему труду. Все, что связано с приготовлением пищи, едой, посудой, можно существенно упростить. Для начала неэкономичную и требующую постоянного ухода духовку следовало бы заменить простым стержневым электронагревателем, который прогревает пирог, цыпленка и т. п. изнутри, а не снаружи. Чтобы избежать утечки тепла и пара, продукт можно завернуть в фольгу. Более того, почему бы не начать изготовление порционных полуфабрикатов? Один из возможных вариантов — универсальный пищевой модуль в виде фаршированного цилиндра с собственным электронагревателем, что-то вроде штепсельной сосиски. Вся столовую посуду может заменить стол-конвейер, представляющий собой медленно движущийся транспортер, в ленте которого имеются углубления, служащие кастрюлями, тарелками и т. п. Жидкая пища (суп, каша) готовится в этих углублениях у одного конца стола-конвейера, а съедается в его средней части. Далее лента транспортера очищается от остатков пищи вращающейся щеткой и, проходя под нижней поверхностью стола, моется и сушится.

От пыли, которая (в силу законов энтропии) обычно равномерно рассевается по всему помещению, нетрудно избавиться, создав «потенциальную яму» для пылинок. Если, к примеру, установить в комнате лоток с глицерином или патокой, а пыль с помощью мощного вентилятора поддерживать в интенсивном движении, то рано или поздно все пылинки завязнут в жидкости. Пол же можно сделать слегка наклонным и время от времени заставлять его вибрировать — тогда весь мусор будет скапливаться в самом низком углу, откуда его легко убирать. Можно также покрыть пол ковром в

виде ленты транспортера, которая, медленно двигаясь, очищается от пыли, проходя под полом. Правда, придется принять меры, чтобы мебель оставалась на месте: например, установить ее на ролики и привязать веревочками. *New Scientist*, January 5, 1967

Комментарий Дедала

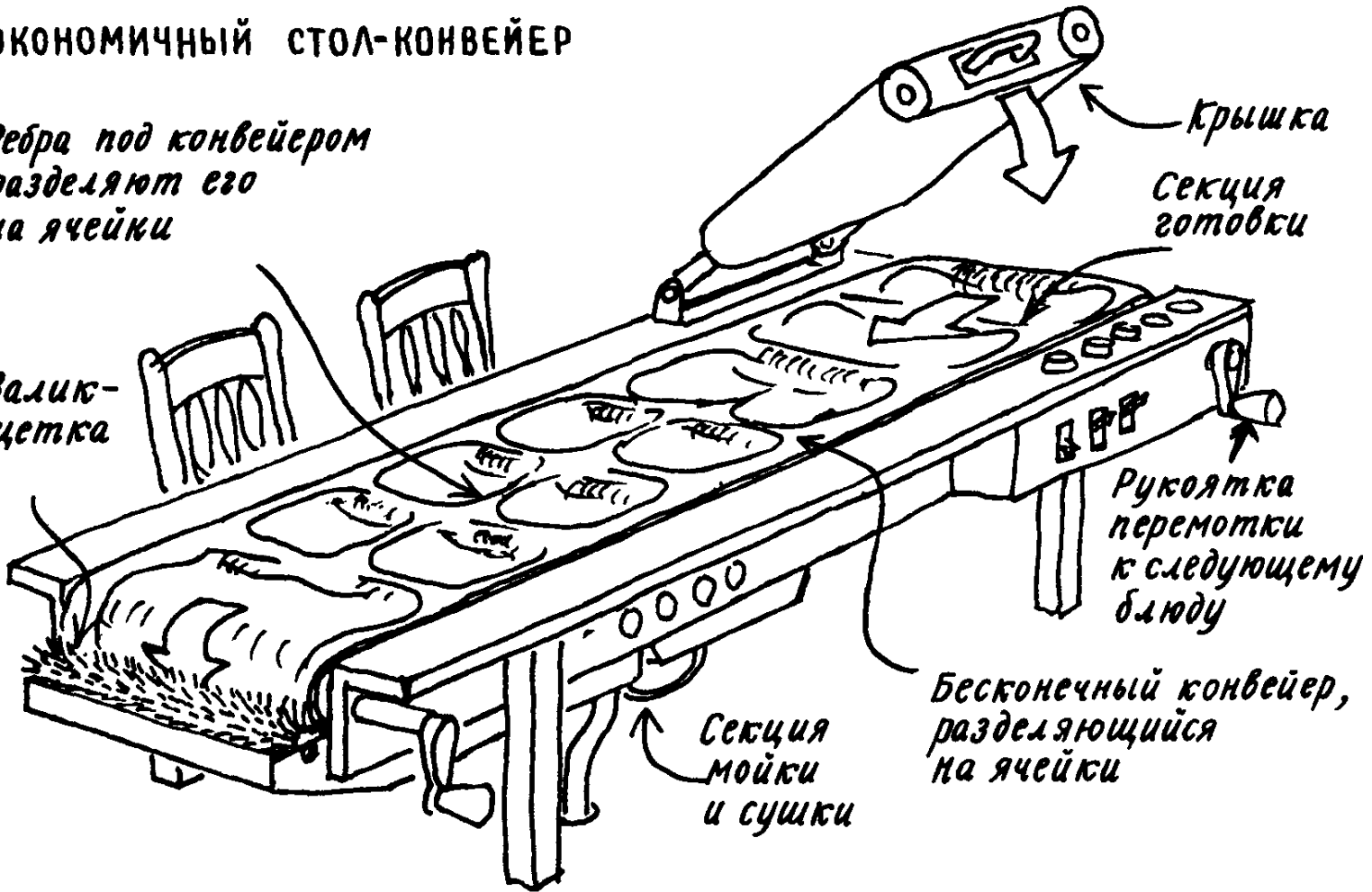
Приятно отметить, что вслед за моим выступлением электрическая сосиска была, наконец, изобретена. *New Scientist* (Sept. 9, 1971, p. 577) цитирует английский патент № 228 914, выданный фирме *Anstalt Euroresearch*: «...твердое пищевое изделие, например сосиска, помещается в аппарат таким образом, что каждый конец попадает в отсек с электролитом; электрический ток пропускается по цепи, образованной электродами, электролитом и сосиской». Для нагрева сосиски используется ее электропроводность — я выдвинул эту идею в журнале *New Scientist* 17 апреля 1969 г. Не следует только тыкать в сосиску, пока она варится, металлической вилкой.

Некоторое время назад Дедал начал испытывать новый способ уборки помещений от пыли, в котором использовались противень с патокой и мощный вентилятор. Пыль, поднятая вентилятором, циркулирует в воздушных потоках, и рано или поздно каждая пылинка попадает на противень с патокой и остается там. После нескольких уборок патока загустевает от пыли; пропустив ее через отжимные вальцы, вы получите вновь жидкую патоку и удобный фетровый коврик впридачу. Этот способ представляет собой пример реализации «демона Максвелла», сортирующего физические объекты (скажем, в зависимости от их температуры). На молекулярном уровне, как первоначально и предполагал Максвелл, такой демон неосуществим, однако с более крупными объектами он справляется прекрасно, и сейчас Дедал разрабатывает ряд таких «демонических устройств». Таков, например, «гуманный демон» для удаления мух из помещения, который устанавливается на окне или форточке. Как только муха в своих бес-

ЭКОНОМИЧНЫЙ СТОЛ-КОНВЕЙЕР

Ребра под конвейером
разделяют его
на ячейки

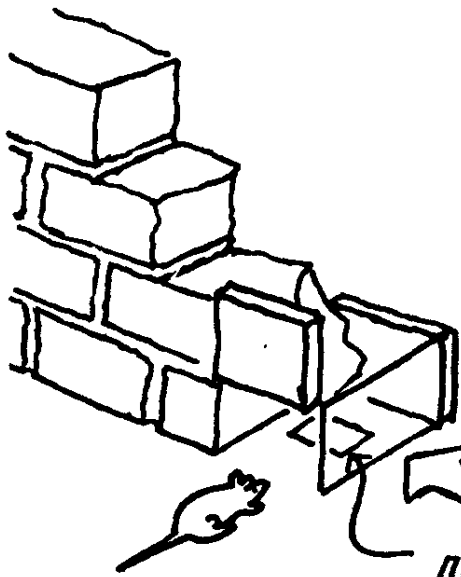
Валик-
щетка



3. Когда мышь выходит,
наружная дверь закрывается?

2. Мышь входит. Внутренняя
дверка закрывается,
наружная открывается

1. Исходное состояние:
внутренняя дверка
открыта



4. Возвращение
в исходное состояние:
внутренняя дверка
открывается

ГУМАННЫЙ
МЫШЕВЫВОДИТЕЛЬ
(по Максвеллу)

порядочных блужданиях приближается к «демону», чувствительные датчики открывают дверцу устройства и выпускают муху на улицу. Мухи с улицы, однако, лишены возможности влететь в комнату, так что в конце концов в помещении не останется ни одного насекомого. Еще лучше будет работать такой «демон» с бескрылыми тварями вроде мышей или тараканов. Рано или поздно любопытство или случай приведут их к дверце устройства, которое любезно выпроводит их наружу.

В конструкции, обладающей более высокой избирательностью, должны использоваться сложные оптические, акустические, электронные датчики, подключенные к самообучающемуся микрокомпьютеру. Такой прибор можно нау-

чить пропускать существа только одного определенного вида, вырабатывая у него «рефлекс» на открывание дверцы при предъявлении определенного «пропуска». Ящик, в стенке которого установлен подобный прибор, будет гуманно и эффективно отлавливать особей заданного вида, отвергая посторонних. На этом принципе может быть основано «демоническое рыболовство». Для этого с берега в море опускается труба, на конце которой установлен «демон», запрограммированный на пропускание трески, селедки и т. д. И рыба нужного сорта из подходящих к берегу косяков непрерывным потоком пойдет по трубе на береговую рыбообработывающую фабрику.

New Scientist, October 1, 1970

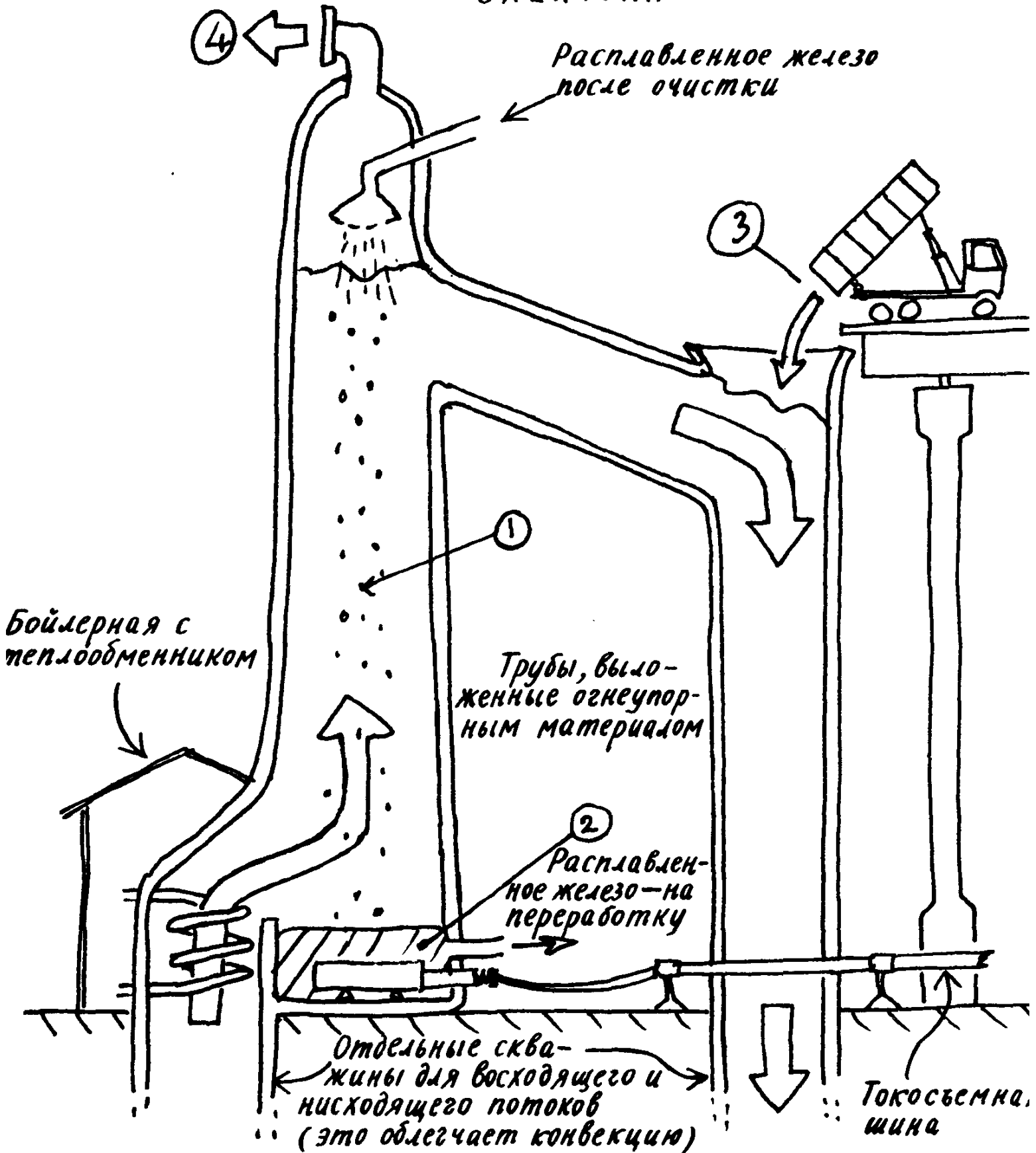
Подземные кладовые электричества

Гомополярная теория земного магнетизма утверждает, что в конвекционных потоках расплавленного железа, движущихся в ядре Земли под действием магнитного поля планеты, возникает электрический ток, который в свою очередь поддерживает это поле. Дедал видит в существовании этих токов ключ к решению энергетической проблемы — нужно только опустить электроды настолько глубоко, чтобы подключиться к глубинным токам. Глубина обычного бурения ограничена несколькими километрами. Дедал, однако, вспоминает, что скальные породы в действительности пластичны и земной шар пребывает в гидростатическом равновесии. Именно поэтому подземные месторождения нефти находятся под давлением, и чтобы скомпенсировать его, нефтедобытчикам приходится закачивать в скважины тяжелый глинистый раствор. Допустим, говорит Дедал, мы заполним десятикилометровую скважину не глинистым раствором, а гораздо более плотной жидкостью, скажем, ртутью. Гидростатическое давление на дне скважины составит около 13 000 атм, т. е. намного превысит давление в окружающей породе. Порода начнет понемногу — а возможно, и довольно быстро — поддаваться, поскольку температура на такой глубине может превы-

шать 400°С. Ртуть станет пробиваться вниз, и если ее непрерывно подливать сверху, то процесс пойдет со все возрастающей скоростью.

Любое твердое тело при достаточно высокой температуре становится проводником электричества (за счет теплового возбуждения электронов). Это дает Дедалу основания надеяться, что ртутный «бур-электрод» уже через несколько десятков километров достигнет «динамотоков» и не понадобится бурить на 1000 км в глубь Земли, чтобы достичь собственно жидкого ядра. Кроме того, по мере углубления во все более горячие слои ртуть можно заменить менее дорогостоящими и более тугоплавкими сплавами — от сплава Вуда до расплавленного железа. Чтобы создать наибольшую возможную разность потенциалов, Дедал намерен подключиться к подземным токам в нескольких точках, имеющих разную полярность. Вполне вероятно, что разность потенциалов не превысит 100 В, однако внутреннее сопротивление Земли, по-видимому, настолько мало, что можно будет отбирать токи в миллиарды ампер, не опасаясь замкнуть Землю накоротко. Новый источник энергии разрешит все энергетические проблемы, стоящие перед чело-

ЭЛЕКТРАН



1. Чтобы извлечь из лавы тяжелые металлы, на ее выходящий из недр поток нарызгивается расплавленный металл (например, железо).
2. Электрод из расплавленного железа служит токосъемником, а также используется для извлечения ионов металлов из лавы.
3. Мусор сбрасывается в нисходящий поток лавы.
4. Газоотвод. В лаве могут содержаться полезные газы (например, метан).

веществом, не создавая угрозы окружающей среде. Но одобряют ли этот проект члены Общества друзей природы?

New Scientist, July 14, 1977

На прошлой неделе Дедал обнародовал свой проект бурения на глубину, где протекают электрические токи, поддерживающие магнитное поле Земли. Это позволит, как считает Дедал, получать дешевое электричество через токоъемники из расплавленного металла. Теперь Дедал замечает, что отводимый от подземной «динамомашины» ток может раскалить металлические колонны-электроды до очень высоких температур. Когда же они раскалятся настолько, что окружающая расплавленная порода сама станет хорошим проводником электричества, надобность в электродах отпадет. Саморазогревающаяся токонесущая колонна, раскаленная добела, подобно свече Нернста, соединит земные недра с поверхностью — получится что-то вроде укрощенного электрического вулкана, или, как называет его Дедал, «электран». Через него к поверхности будет поступать огромное количество тепла — как за счет электрического нагревания токопроводящей колонны, так и за счет конвекции раскаленной магмы к поверхности Земли.

Выходящие на поверхность глубинные породы окажутся чрезвычайно интересными для геологов, а также будут иметь огромное значение для экономики (поскольку Дедал предполагает, что за прошедшие геологические эпохи более тяжелые элементы — такие, как

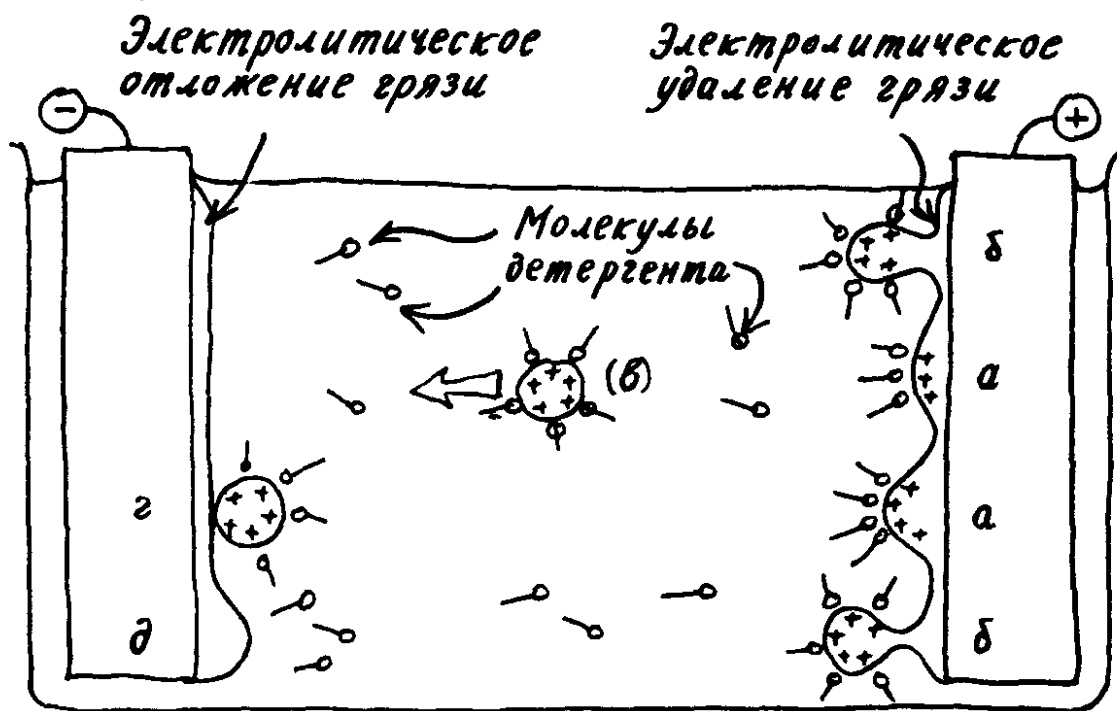
золото, платина, палладий и т. д., — опустились глубоко в земные недра). Нисходящие конвективные потоки расплавленной породы могут использоваться для захоронения всевозможных отходов, включая радиоактивные и канцерогенные вещества. Электроны сослужат также хорошую службу науке. Благодаря действию пьезоэлектрических эффектов в перенапряженных раскаленных породах сейсмические «скрипы» и «стоны» планеты должны передаваться в проводящие слои. Возникающий при этом электрический ток будет усиливаться — под воздействием того же гомополярного механизма, который поддерживает глобальные электрические токи и геомагнитное поле. Анализ электрических шумов, прослушиваемых с помощью электрана, даст важную геофизическую информацию. Можно будет, к примеру, предсказывать или даже предотвращать землетрясения, подавая на электран напряжение на резонансной частоте, которое, будучи усилено действием гомополярного механизма, вызовет резонансное электрострикционное разрушение перенапряженных пород. Аналогично телеграфные сигналы, поданные на один электран, будут приняты другими по всему земному шару. Более того, возможно, они вызовут модуляцию магнитного поля Земли, так что для их приема понадобится всего-навсего обычный компас! Во что только превратят эти фантазии Дедала нашу несчастную планету?

New Scientist, July 21, 1977

Электрическая чистка

С точки зрения химической технологии мытье посуды представляет собой чересчур неэкономичный процесс: чтобы смыть немного грязи, расходуется огромное количество воды. Еще более вопиющие примеры расточительности дают нам стирка и баня, а многие промышленные процессы и того хуже. Каждая частица грязи обволакивается слоем молекул моющего средства (детергента), который удерживает ее во взвешенном состоянии в жидкости, так

что этот дорогостоящий продукт в конечном счете тоже идет в сливную трубу. В поисках мер экономии Дедал вспомнил о гальваностегии — методе нанесения металлических покрытий посредством электролитического осаждения металла на поверхность изделия. Точно так же, рассуждает Дедал, грязь из моющего раствора может осаждаться на соответствующем электроде. По мере того как электрод покрывается пленкой грязи, молекулы детергента станут



На положительном электроде — грязь, которую предстоит удалить. Поверхностному натяжению пленки, уже ослабленному за счет адсорбции молекул детергента (а), противодействуют силы отталкивания, создаваемые поверхностным положительным зарядом; в конце концов положительно заряженные частицы грязи (б) покидают электрод и

движутся в суспензии (в) к отрицательному электроду. На отрицательном электроде (z) положительный заряд нейтрализуется. Капелька сливается с пленкой грязи (д); вследствие уменьшения площади поверхности молекулы детергента выталкиваются из пленки и мигрируют к положительному электроду.

освобождаться — таким образом, мы получим чистый пенный раствор моющего средства, пригодный для повторного использования. На этом принципе Дедал создает «вечные» тазы для мытья посуды, «вечные» стиральные коврики и ванны. Грязь, попавшая в моющий раствор, удаляется методом гальваностегии, и одной зарядки стиральным порошком и чистой водой хватит навечно!

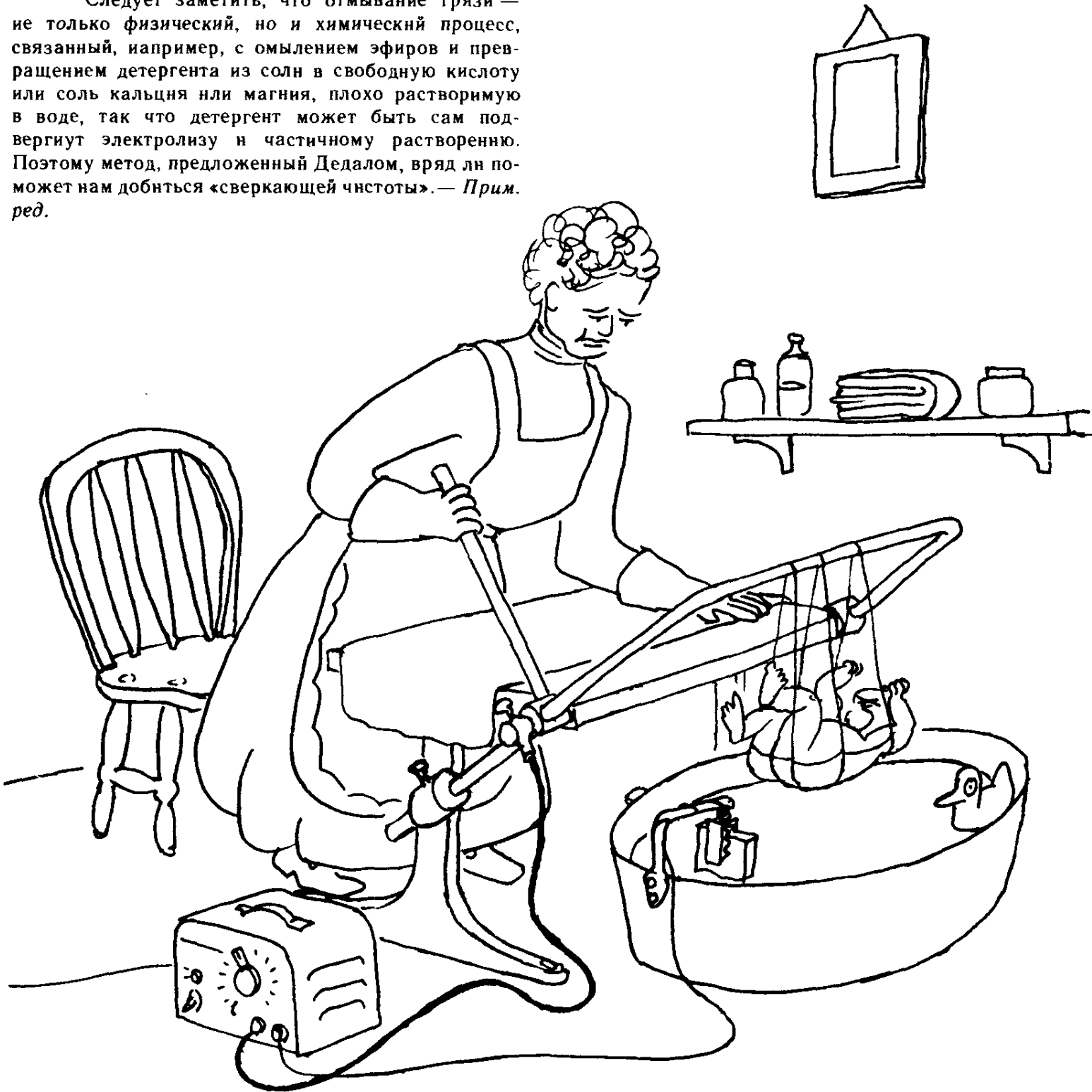
Более того, осаждение грязи на одном электроде может сопровождаться противоположным процессом — ее удалением с другого электрода. Вероятно, такой бесшумный электролитический процесс позволит удалить грязь с ложки и засаленной рубашки не хуже, чем ручная или механическая мойка и стирка. Дедал проектирует гигиеническую электрическую ба-

ню, где посетитель (выступающий в роли одного из электродов!) подвергается анодной очистке; грязь собирается на другом электроде, расположенном рядом со сливным отверстием. Электрическое удаление поверхностного загрязнения станет самым чистым из когда-либо существовавших способов мытья. Оно будет оставлять восхитительное ощущение искрящейся чистоты, особенно если придется применить высокое напряжение или облучение ультразвуком. Но что делать с теми электродами, на которые грязь откладывается? Густое, жирное, волокнистое отложение пристанет к ним не хуже любой краски. Быть может, это вещество и следует использовать как краску, закрепляя полученное таким образом покрытие горячей сушкой? Пожалуй, мысль о совмещении об-

щественной бани с цехом окраски автомобильных кузовов, где продукт коллективной помывки будет использован в качестве краски, нужно оставить: слишком бедна окажется цветовая гамма автомобилей. Скорее всего осажденную на электродах грязь придется соскрести и продавать на плантации шампиньонов*.

New Scientist, July 20, 1978

* Следует заметить, что отмывание грязи — не только физический, но и химический процесс, связанный, например, с омылением эфиров и превращением детергента из соли в свободную кислоту или соль кальция или магния, плохо растворимую в воде, так что детергент может быть сам подвергнут электролизу и частичному растворению. Поэтому метод, предложенный Дедалом, вряд ли поможет нам добиться «сверкающей чистоты». — *Прим. ред.*



Электрофорная детская ванна КОШМАР безукоризненно отмывает младенца. Его нежную кожу не нужно тереть мочалкой.

Тепловые насосы и штаны с обогревом

Дедал размышляет над проблемой теплой одежды. Нынешняя мода, судя по всему, предлагает решения, менее всего рассчитанные на сохранение тепла тела: минимальное количество тонкой, плотно облегающей одежды, что вряд ли пригодно для холодной погоды. Дедал нашел совершенно новый и термодинамически совершенный выход из положения: одежду с тепловым насосом. Если бы, к примеру, наши тонкие джинсы забирали тепло от окружающего воздуха, допустим при 10°C , и подводили его к телу при температуре 36°C , то эти джинсы были бы теплее любых самых экстравагантных меховых штанов. В то же время при такой скромной разности температур тепловой насос может перекачивать в виде тепла по меньшей мере в десять раз больше энергии, чем потребует для его приведения в действие. Предлагаемое Дедалом устройство в значительной мере основывается на современных принципах капиллярно-волоконных теплообменников. Химики-технологи фирмы КОШМАР пытаются получить капиллярные волокна методом вибрирующей фильеры, добываясь регулярного чередования перетяжек и сужений. Особый интерес представляют асимметричные перетяжки, которые могли бы играть роль клапанов одностороннего действия. Как только удастся получить капиллярное волокно с чередующимися сужениями и односторонними клапанами, его начнут производить в атмосфере паров фтористоуглеродных соединений. Внутри капилляра фтористоуглеродное соединение (которое, как рабочее тело теплового насоса, будет иметь оптимальную летучесть) частично сконденсируется.

Заполненное летучей жидкостью капиллярное волокно необходимо соткать в махровую ткань типа полотенечной. При достаточно аккуратном переплетении чередующиеся сужения и клапаны окажутся в плоскости основы, а петельки трубчатого волокна будут выступать по обе стороны тканн. Представьте теперь, что из этой ткани сшиты штаны. При малейшем движении их владельца волокна тканн будут изгибаться, изменяя тем самым внутрен-

ний объем каждой петельки наподобие манометрической трубки Бурдона. Соответственно каждая петелька станет действовать как крошечный перистальтический насос. Пары фтористоуглеродного соединения, содержащиеся внутри петельки на лицевой стороне, будут сжиматься и проходить через односторонний клапан в изнаночные петлн, где произойдет их конденсация в жидкость, а тепло, соответствующее скрытой теплоте конденсации, перейдет на кожу человека. При обратном движении объем в лицевых петельках увеличится и жидкость из изнаночных петель станет перетекать через сужения в лицевые петлн, где она вновь испарится, отбирая тепло от окружающей среды. Таким образом, любое движение хозяина этих необыкновенных брюк должно приводить в действие тепловой насос. На каждую калорию энергии механического движения тепловой насос может перекачивать до десяти калорий тепла. Штаны компании КОШМАР блестяще разрешат противоречие между удобством и модой. Самые обычные движения — ходьба или даже просто дыхание — будут прекрасно согревать человека, что позволит сэкономить много киловатт дорогостоящего центрального отопления. Более того, использование одежды с тепловым насосом может привести к совершенно неожиданным результатам, поскольку в этом случае при каждом движении тело человека получает больше энергии, чем расходует. К примеру, любители бега трусцой, нарядившись в новую одежду, рискуют набрать лишний вес!

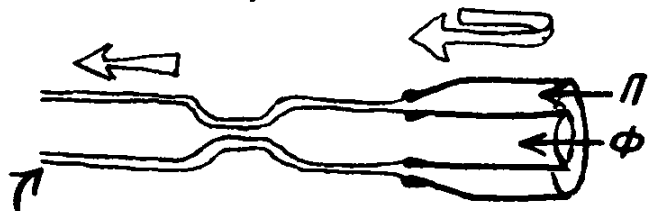
New Scientist, February 28, 1980

Из записной книжки Дедала

Термодинамические принципы одежды с тепловым насосом. Производительность теплового насоса (отношение количества теплоты, переданной телу, к затраченной работе) в идеальном случае равна $\alpha = T_{\text{вых}} / (T_{\text{вых}} - T_{\text{вх}})$, где $T_{\text{вых}}$ и $T_{\text{вх}}$ — температуры соответственно на выходе и на входе насоса. Принимая $T_{\text{вых}} = 36^{\circ}\text{C} = 309\text{ K}$, $T_{\text{вх}} = 10^{\circ}\text{C} = 283\text{ K}$, получим

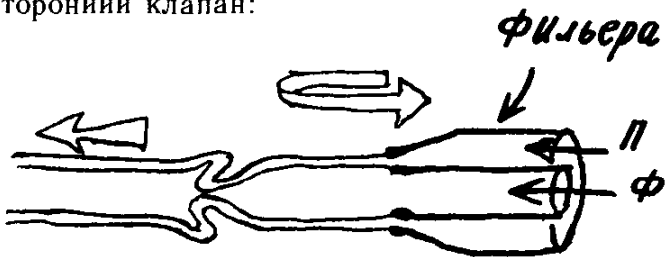
$\alpha = 12,3 \text{ Дж/Дж}$. На практике это значение недостижимо, но даже и 10 Дж тепла на 1 Дж механической работы — это очень неплохо. В качестве рабочего тела, по-видимому, лучше всего использовать фреон-114 (дихлортетрафторэтан), который кипит при 4°C . Для полярной одежды, однако, больше подойдет хлортрифторэтилен ($T_{\text{кип}} = -28^\circ\text{C}$).

Изготовление волокна. В технологии химических волокон, как правило, единственным надежным советчиком может быть только опыт. Но, если повезет, резкий отброс фильеры назад даст на волокне сужение:



Выдавленное волокно

а при резком движении вперед получится односторонний клапан:



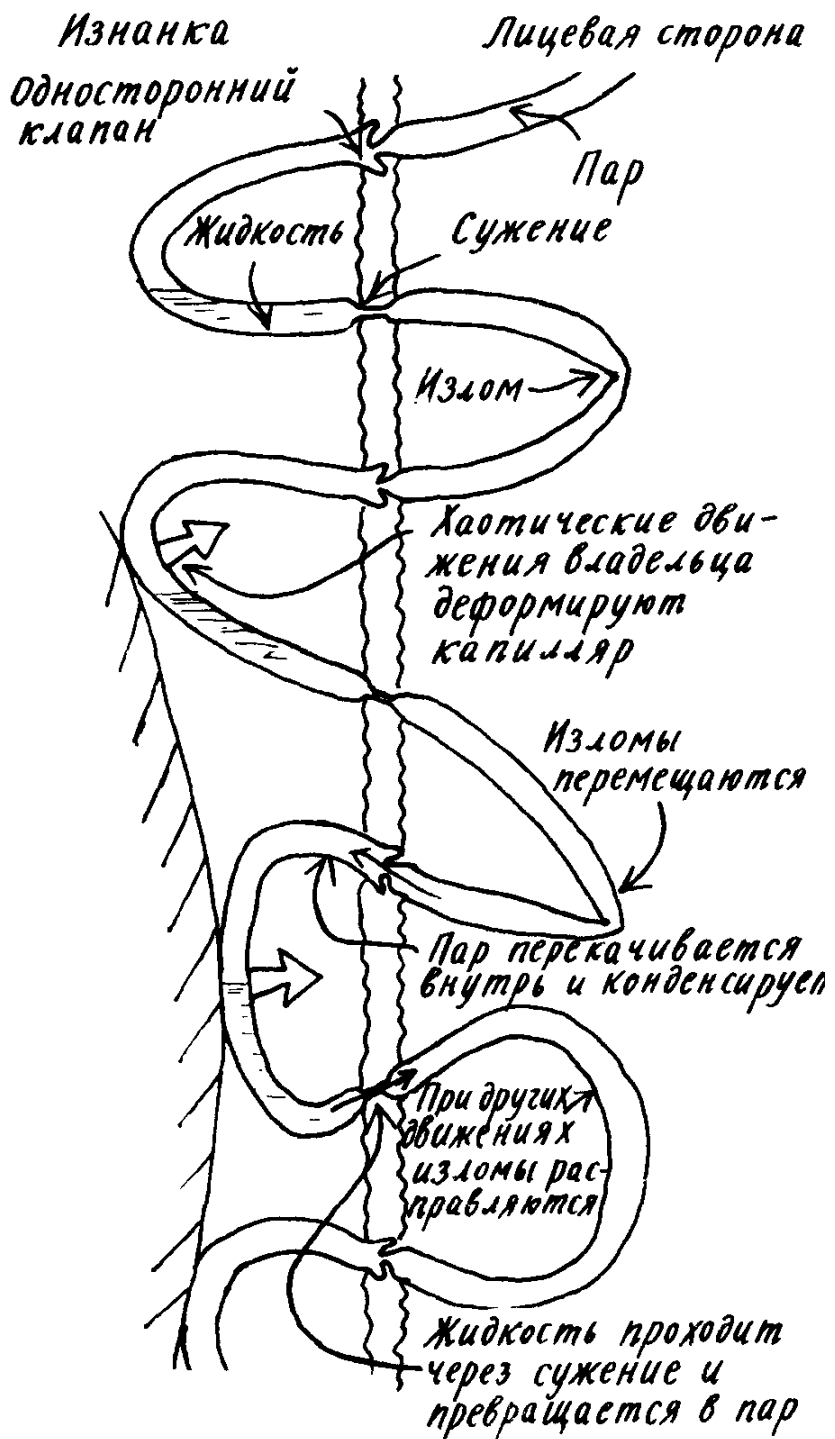
П — полимер
Ф — фреон

При помощи пьезоэлектрических вибраторов можно добиться любого заданного движения фильер, так что желаемого результата наверняка удастся достичь.

Действие теплового насоса. Насколько эффективными окажутся «петельчатые» тепловые насосы? Боюсь, что эффективность их невелика — только резкое изгибание основы (на складках, крупных суставах и т. д.) приведет к существенному изменению объема лицевых петель. Лучше, пожалуй, ткань петельчатую ткань таким образом, чтобы каждая петелька имела излом; тогда при малейшем изгибе основы ткани излом будет перемещаться по петельке, превращая ее в настоящий пернстальтический насос. Еще эффективнее может оказаться косое перемещение волокна, вызываемое трением ткани о кожу. Поскольку такие движе-

ния охватывают большую площадь, общее количество перекачиваемого тепла будет гораздо больше и к тому же распределится более равномерно. Неважно, что изломы будут перемещаться, открываться и закрываться совершенно произвольным образом: односторонние клапаны обеспечат перекачивание жидкости в требуемом направлении.

Поперечное сечение одежды с тепловым насосом



Еще одно достоинство. Мы инстинктивно потираем те участки тела, которые мерзнут. При этом лицевые петли ткани разглаживаются и действие теплового насоса становится особенно интенсивным. Соответственно это будет эффективно согревать обладателя такой одеж-

* К сожалению, проблема КПД теплового насоса до сих пор вызывает горячие споры (см., например, книгу [2], с. 268—275), кроме того, пережать капилляры простым трением руки, как пред-

ды даже в сильный мороз*. Нужно отметить, что для экспериментальной проверки рассмотренной здесь идеи больше подойдет не брюки, а носки и перчатки, поскольку они защищают конечности, которые замерзают особенно быстро и вместе с тем наиболее подвижны.

лагает Дедал, вряд ли возможно [3]. Инстинктивно потирая мерзнувшие участки тела, едва ли можно пережать капилляр.— *Прим. ред.*

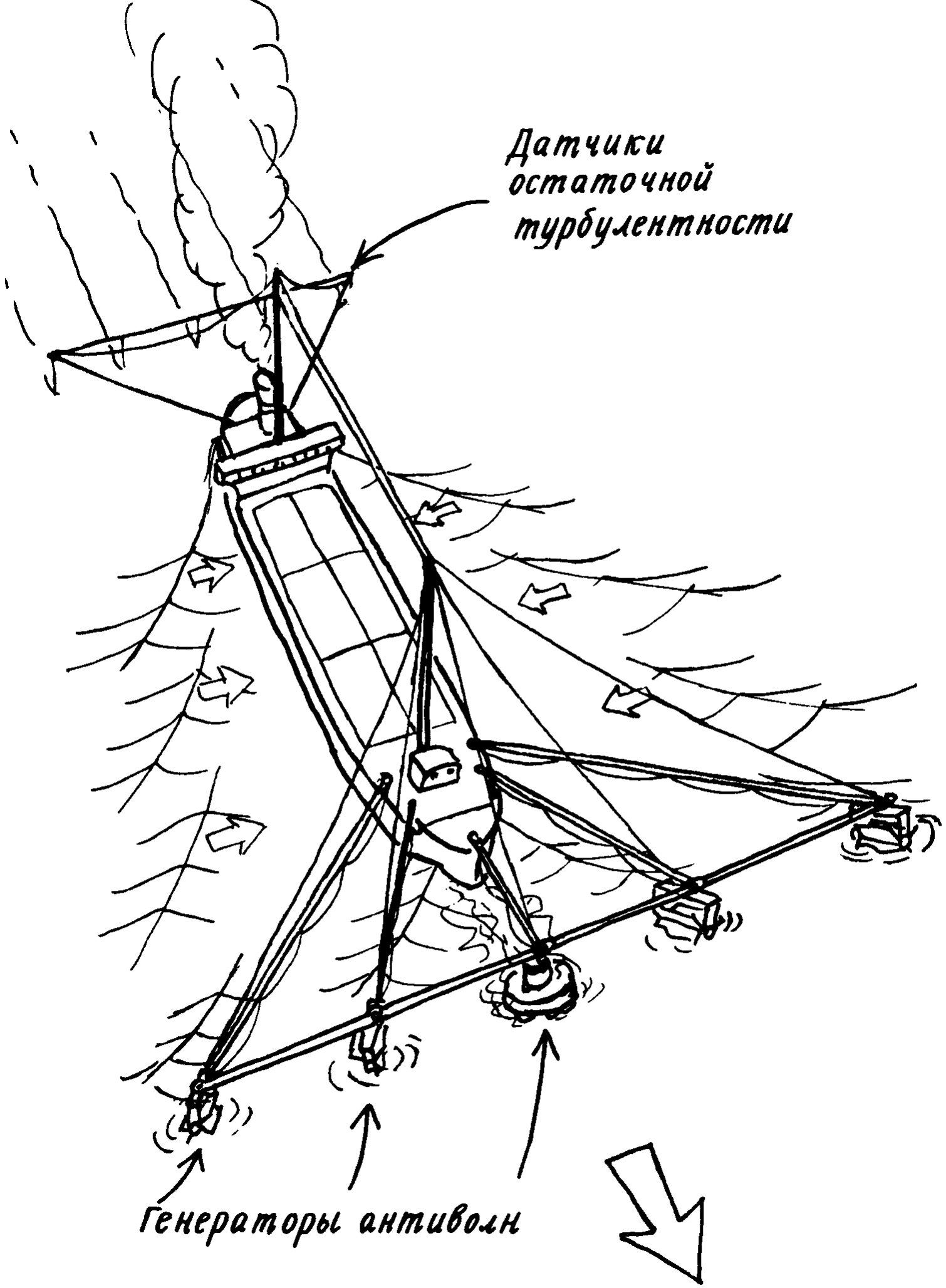
Усмирение кильватерной струи

Дедал размышляет над тем печальным фактом, что коэффициент полезного действия любого средства передвижения равен нулю. Действительно, на перемещение автомобиля, самолета, корабля затрачивается энергия, однако в пункте назначения энергия транспортного средства ни на йоту не больше, чем там, откуда мы начали путь. Вся затрачиваемая энергия превратилась в пути в бесполезное тепло. Основная причина потерь энергии кроется в сопротивлении среды, где движущийся транспорт оставляет за собой след в виде воздушных или водяных вихрей. Дедалу пришло в голову, что, создав впереди транспортного средства дополнительные вихри, равные по силе существующим, но противоположно направленные, можно полностью успокоить среду. К сожалению, рассчитать заранее такие искусственные возмущения, которые необходимо создать перед движущимся транспортным средством, было бы слишком трудно. Придется установить позади транспортного средства датчики, регистрирующие остаточную турбулентность и управляющие действием генераторов вихрей, установленных впереди. При помощи соответствующей самообучающейся системы можно было бы добиться такого положения, когда показания датчиков близки к нулю. Такую задачу нетрудно решить, используя обратную связь с временной задержкой (поскольку пройдет какое-то время, прежде чем транспортное средство догонит и уничтожит возникающие перед ним вихри).

Поначалу Дедал был ошеломлен: подобный проект приводил к удивительным результатам. С одной стороны, антитурбулентный корабль (или любое другое транспортное средство) расходует дополнительную энергию на приведение в действие генераторов вихрей. С другой стороны, рассеяние энергии в среду отсутствует, так как за кораблем не остается никаких возмущений. Куда же девается энергия? Дедал пришел к выводу, что генераторы вихрей ускоряют судно: искусственно созданные волны и вихри, которые гасят турбулентные потоки позади судна, неизбежно должны сообщать ему ускорение, направленное вперед. Более того, отсутствие кильватерной турбулентности означает, что такой способ передвижения практически не требует энергетических затрат: мощность, затрачиваемая на создание вихрей впереди судна, идет на его ускорение*. Открываются огромные резервы экономии. Флот Дедала, движимый вынесенными вперед ластами и плавниками, будет легко скользить по воде, оставляя за собой ровную гладь. Спутный след самолета, кильватерная струя корабля, возмущения воздуха, производимые автомобилем, будут специально создаваться перед

* Рассуждения Дедала полностью справедливы. Следует отметить, что именно строгая оценка потерь, связанных с образованием волн и вихрей, в значительной степени обусловила появление судов на подводных крыльях. Приоритет советских ученых в создании «безвихревых» судов бесспорен.— *Прим. ред.*

Датчики
остаточной
турбулентности



Генераторы антивибн

ними и тут же превращаться в полезную работу. Даже шум можно будет обратить на пользу.

New Scientist, August 15, 1968

Комментарий Дедала

У вихрей-гигантов есть вихри-нахлебники,
У вихрей нахлебников — вихрики-детки,
И так продолжается это вращение,
Пока не поглотит все вязкое трение.

Это стихотворение Л. Ф. Ричардсона, в котором подведен итог его классической работы 1920 г. по атмосферным вихрям, должно рассеять наше печальное заблуждение, будто все механические потери неизбежно и необратимо обращаются в тепло. Переход упорядоченного механического движения в тепловой (молекулярный) хаос обычно происходит поэтапно, причем на каждом этапе масштабы упорядоченных подсистем становятся все меньше. Второе начало термодинамики позволяет, однако, получать полезную механическую работу на любом этапе, исключая самый последний, когда вся энергия переходит в беспорядочное тепловое движение молекул. В настоящем проекте я предлагаю ис-

пользовать механическую энергию на нескольких первых стадиях ее рассеяния в вязкой среде, а именно энергию больших волн и макроскопических турбулентностей. Представьте, что мы отсняли с воздуха на киноплёнку корабль, идущий по морю, а затем прокрутили фильм в обратном направлении. Мы увидим, что носовая волна и кильватерная струя движутся к судну, а дойдя до него, полностью гасятся. Корабль как бы движется по беспокойному морю, используя энергию волн для продвижения вперед. Если оставить в стороне процессы, происходящие на молекулярном уровне, то можно считать, что любое механическое движение обратимо во времени, так что наш «фильм» изображает вполне реальное событие. Генераторы вихрей, установленные впереди анти-турбулентного корабля, должны создавать именно такую картину сходящихся волн и вихрей, какую мы видим при обратном движении пленки. Нам не удастся вернуть лишь энергию, израсходованную на вязкое трение и трение скольжения. Поэтому антитурбулентный корабль — в полном согласии со вторым началом термодинамики! — оставит за собой спокойную воду при чуть-чуть более высокой температуре.

Потрясгаз

Дедал нашел химическое объяснение той глубокой некомпетентности почтенных учреждений, которую так правдиво живописал Паркинсон (см. Паркинсон С. Н. Закон Паркинсона, или пути прогресса. — Иностранная литература, 1959, № 6. — *Ред*). Непроизвольное выделение феромонов, влияющих на настроение окружающих (например, субстанций страха, которые могут поднять панику или отравить сторожевого пса на трусоватого почтальона), быть может, и создает ту почти осязаемую атмосферу безнадежности, что господствует на бирже труда или в благотворительной столовой. В такой атмосфере даже молодые и энергичные люди быстро теряют присутствие духа. Дедал намерен выделить эликсир некомпетентности и

безнадежности из воздуха, наполняющего помещения благотворительных организаций, мелочных лавок на захудалых курортах и т. д. Дедал предполагает, что, как и другие феромоны, это вещество очень простое по своему химическому составу; весьма вероятно, что оно не было обнаружено до сих пор лишь потому, что, случайно получая его, химики испытывали при этом приступ глубочайшей апатии. Однако сотрудники фирмы КОШМАР, подготовленные к возможным неожиданностям, вскоре выпустят первую партию концентрата под торговой маркой «Потрясгаз» в качестве идеального «гуманного средства» для умирения бушующей толпы.

Как естественное выделение человеческого



«...случайно получая его, химики испытывали приступ глубочайшей апатии».

организма, это вещество не может давать опасных побочных эффектов, а его запах будет едва заметным, хотя и невероятно удручающим. Попав под действие «потрясгаза», даже самые непоколебимые пошатнутся, обуреваемые сомнениями в своей способности справиться с той или иной задачей, которая сразу же покажется им невыносимо сложной и туманной. Приступ пораженческого настроения приведет к тому, что они сами начнут выделять феромоны, подавляющие волю. Фирма КОШМАР собирается выпустить также «потрясгаз» в аэрозольных баллончиках — лучшее средство против угонщиков самолетов (конечно, если пилот сам вовремя успеет надеть кислородную маску).

Возможности «потрясгаза», однако, несравненно шире. Поскольку этот феромон призван укрощать строптивых и тем самым поддерживать порядок на многосложной социальной лестнице, его можно использовать и для того, чтобы хитроумным образом извратить или подорвать этот порядок. Это будет находка для чиновников, стремящихся саботировать деятельность конкурирующих отделов и учреждений, для пылких Ромео, ищущих путь к сердцу надменных красавиц, для генералов, стремящихся ослабить боевой дух противника. Вообще, «потрясгаз» представляется идеальным оружием тайной войны. Страна, исподтишка окутанная облаком этого невидимого газа, станет совершать необъяснимые политические просчеты, пребывая под гнетом пораженческих настроений. Не в этом ли кроется возможная причина нынешнего прискорбного состояния Великобритании — на фоне экономического подъема ФРГ и Японии?

К счастью, должно быть и противоядие. В ходе эволюции у человека, вероятно, выработались гормоны, нейтрализующие действие «потрясгаза». Соответственно Дедал пытается отыскать противоядие «потрясгазу» в крови самоуверенных, не знающих сомнений и колебаний людей, которым нипочем флюиды безнадежности, выделяемые робкими и слабыми. Фирма КОШМАР предлагает бесплатное медицинское обследование всем энергичным бизнесменам, получая под этим прикрытием анализы крови для оценки индивидуальной устойчивости к «потрясгазу». Полученное противоядие «потрясгазу» можно будет использовать для оживления экономики и борьбы с депрессией, а также в целях национального возрождения. Однако Дедал сомневается, можно ли выпускать столь сильнодействующие средства в широкую продажу в обществе, охваченном жестокой конкурентной борьбой. Как только секрет выйдет наружу, каждый будет пытаться вывести из строя своих соперников и укрепить свои позиции, так что весь социальный порядок (поддерживаемый, как предполагается, действием естественных феромонов) будет нарушен. Лучше поэтому не разглашать секрет фирмы и использовать полученные вещества для борьбы с конкурентами*.

New Scientist, March 26 and April 2, 1970

* Забавные рассуждения Дедала основаны на хорошо известных наблюдениях за поведением животных и насекомых, в котором феромоны играют ключевую роль. К этой теме он возвращается позднее, в заметке «Необиуханные — слаще». — *Прим. ред.*

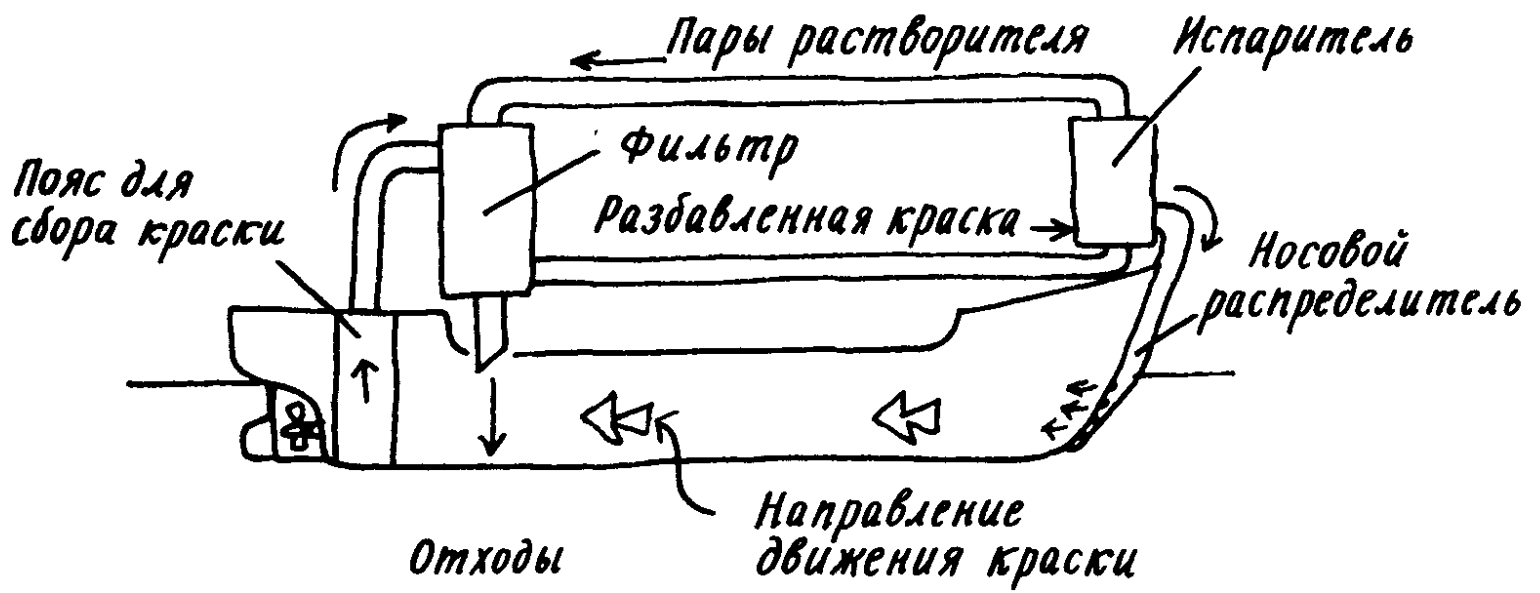
Не подмажешь — не поедешь

Существует особая краска для судов, которая не высыхает полностью и тем самым предотвращает обрастание подводной части судна всевозможными морскими «прилипалами». Лакокрасочное отделение фирмы КОШМАР однажды изготовило партию настолько жидкой

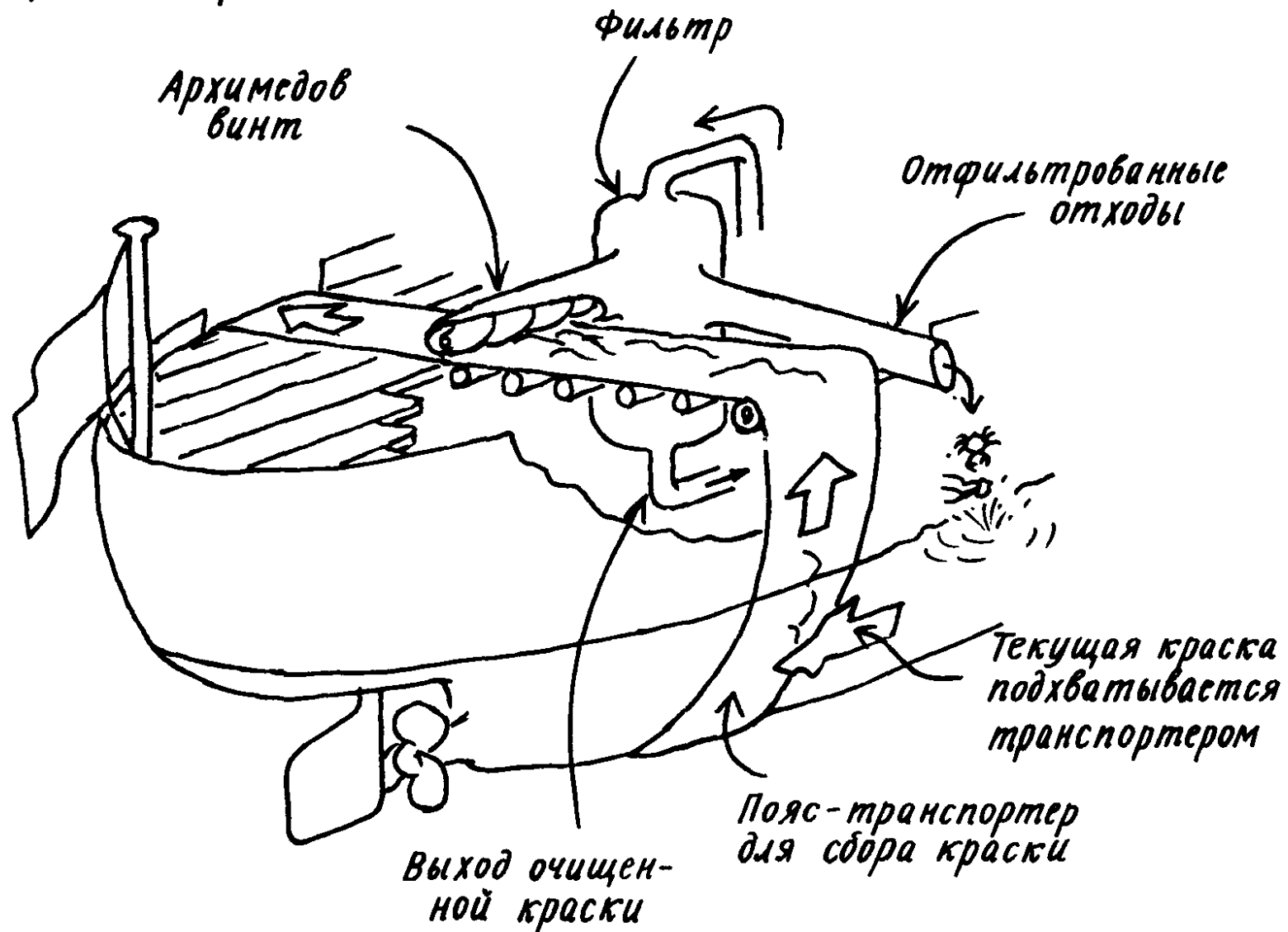
такой краски, что она медленно сползала по бортам судна и стекала с кнля в воду. Этот счастливый случай побудил химиков фирмы заняться разработкой новых жидкотекучих красок, которые позволили бы автоматизировать дорогостоящие малярные работы.

СИСТЕМА ДЛЯ ПОКРЫТИЯ СУДОВ ВЯЗКОТЕКУЩЕЙ КРАСКОЙ

общий вид



Деталь кормы



Наружную окраску зданий, например, можно производить при помощи распылительной трубы, проложенной вдоль конька крыши. Толстым густым слоем краска будет стекать по крыше в желоба, установленные по периметру, а оттуда — на стены здания. Специальные уловители отведут краску от окон здания; в конце концов стекающая со стен краска соберется в канавки, прорытые на земле вдоль стен, и после очистки вновь поступит на крышу.

Толстый, самозатягивающийся, непрерывно возобновляемый слой краски избавит домовладельцев от одной из самых сложных проблем. Подобно смоле или «дурацкой замазке»* (которые обладают подобной текучестью), краска не будет липкой на ощупь. В силу своей высокой вязкости такая краска не образует потеков, однако очищать и перекачивать ее будет непросто. Вероятно, придется подумать о возможности ее подогрева или разбавления каким-нибудь летучим растворителем. Несмотря на эти сложности, непрерывная «автоматизируемая» окраска произведет революцию в эксплуатации не только жилых зданий, но и мостов, заводских цехов и даже морских судов. Памятуя о своем прежнем опыте, Дедал намерен создать защитную краску для судов с плотностью, равной плотности морской воды, чтобы краска не тонула и не всплывала. Краску, наносимую на нос корабля, поток воды будет увлекать к корме, откуда она будет перекачиваться для последующей регенерации. Такая краска произведет переворот в судостроении. Поверхностное натяжение делает слой краски гладким на молекулярном уровне; кроме того, благодаря своей вязкости защитный слой краски будет подавлять любые завихрения прежде, чем они успеют возникнуть. Суда, окрашенные подобной краской, станут двигаться, подобно дельфинам, в чисто ламинарной струе, не создавая никаких турбулентностей, что, вероятно, позволит снизить рас-

ходуемую мощность до десятой доли прежней мощности*.

New Scientist, January 8, 1981

Из записной книжки Дедала

Какой вязкостью должна обладать жидкотекучая краска? Пленка жидкости с вязкостью η , плотностью ρ и толщиной x стекает по вертикальной стенке со средней скоростью $v = \rho g x^2 / 3\eta$, т. е. $\eta = \rho g x^2 / 3v$. Нам нужно, чтобы краска стекала по стене дома высотой, скажем, 10 м за время от месяца до года (10^7 — 10^8 с), т. е. чтобы скорость стекания была $v = 10^{-6}$ — 10^{-7} м/с. При толщине пленки порядка 1 мм мы получим требуемую вязкость в пределах 10^4 — 10^5 Н · с/м² — такая вязкость типична для смол и мягких восков.

При столь малой скорости поток, конечно, не может быть турбулентным. Однако, чтобы предотвратить ламинарные неоднородности потока (наплывы, потеки и т. д.), необходим соответствующий подбор поверхностного натяжения и тиксотропных свойств (способности к восстановлению после деформации).

Какого выигрыша следует ожидать от применения жидкотекучей краски, если она позволит судну двигаться в ламинарном, а не в турбулентном потоке? По данным Р. Дж. Моргана (*Science News*, 40, 1956, p. 96), поверхностное сопротивление в турбулентном потоке равно

$$R_{\text{ТП}} = 0,455A (\lg Re)^{-2,58},$$

а в ламинарном потоке

$$R_{\text{ЛП}} = 1,339A (Re)^{-0,5},$$

где Re — число Рейнольдса ($Re = v\rho/\eta$), A — гидродинамическое сопротивление, равное $0,5\rho v^2$ на 1 м² смоченной поверхности. Для

* Следует учесть, что поверхность стены не может быть идеально гладкой, кроме того, существенную роль будут играть вибрации и пыль. И наконец, вязкость жидкой краски для судов будет изменяться из-за поглощения различных элементов из морской воды. Так что переворот в судостроении, о котором мечтает Дедал, вряд ли удастся осуществить таким путем. — *Прим. ред.*

* *Silly putty* — синтетическое вещество, вязкость которого изменяется в широких пределах в зависимости от скорости деформации. — *Прим. перев.*

небольшого судна длиной $l = 20$ м, идущего со скоростью $v = 5$ м/с в воде с плотностью $\rho = 1000$ кг/м³ и вязкостью $\eta = 10^{-3}$ Н · с/м², получим $R_{\text{ТП}} = 27$ Н/м² и $R_{\text{ЛП}} = 1,7$ Н/м². Хотя обе эти оценки занижены из-за пренебрежения потерями на образование волн, тем не менее, как мы видим, они отличаются не меньше, чем в десять раз!

Кстати, сотни квадратных метров этого вязкого слоя, текущего от носа к корме, находятся в контакте с морской водой, после чего краска собирается и очищается. Это создает идеальные возможности для химического

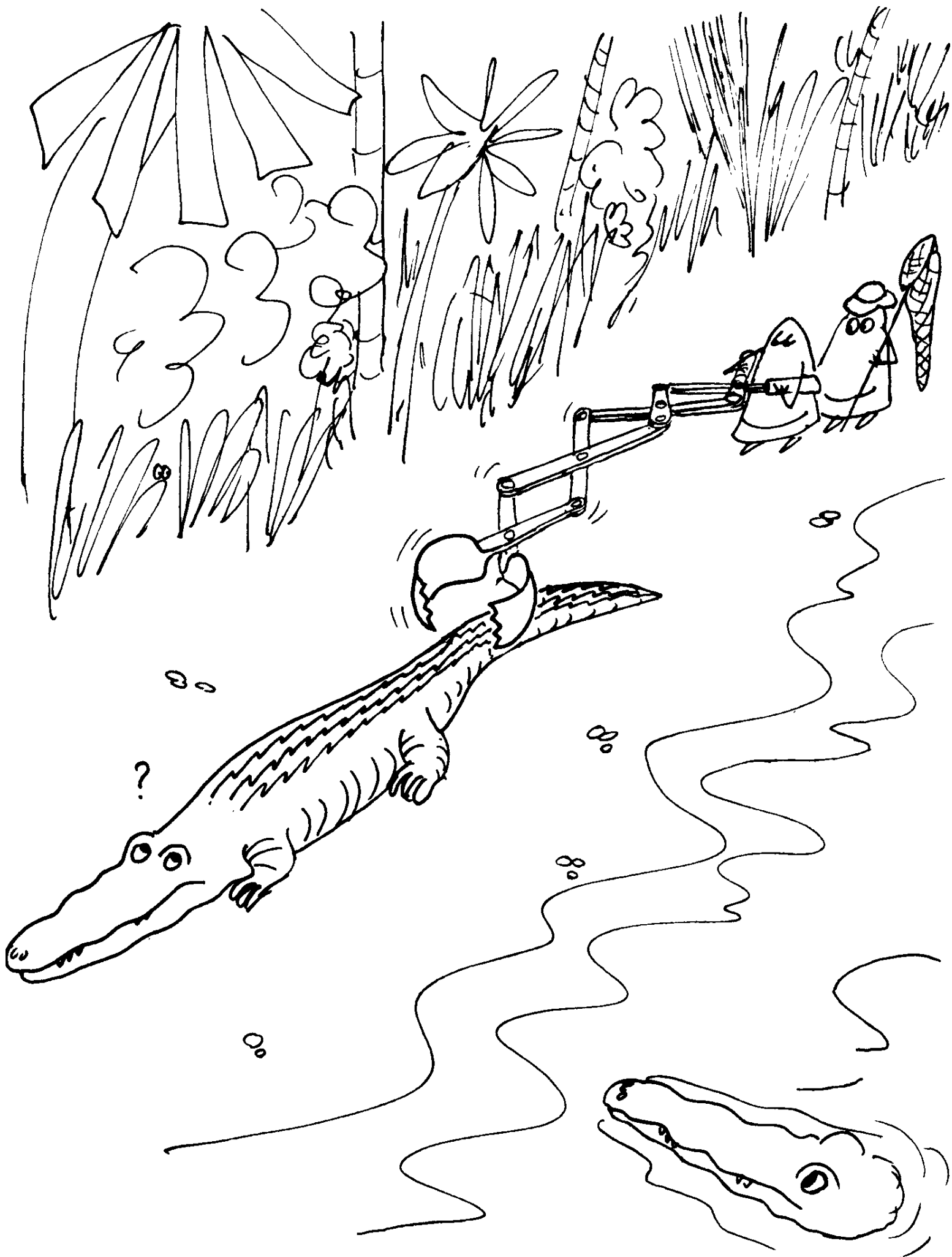
извлечения ценных веществ из морской воды. Если ввести в состав краски подходящие реагенты, то в процессе обтекания судна она сможет собирать магний и бром, кобальт и ртуть (запасы которых истощаются), а возможно, и золото. Все эти вещества могут быть легко выделены затем в процессе фильтрации и регенерации краски. Концентрация редких элементов в морской воде невелика, но представляющаяся возможность обрабатывать тысячи тонн воды без особых затрат может оказаться экономически выгодной.

Этика мясоедения

Скотоводство — очень неэффективный способ получения животного белка. Даже самое «выгодное» животное потребляет не менее 3 кг кормов на 1 кг привеса, а после убоя значительная часть туши идет в отходы, в лучшем случае — на удобрение. Дело можно было бы поправить, устроив фермы по разведению стервятников, которые питались бы отходами с бойни и тем самым повышали эффективность скотоводства. Но Дедалу не по душе мысль о таком надругательстве над благородными птицами — он предлагает совершенно новый способ получения мяса. Известно, что многие ящерицы обладают способностью отбрасывать хвост, спасаясь от преследования, но в скором времени хвост отрастает вновь. Дедал полагает, что путем селекционного отбора можно выработать подобный рефлекс у более крупных родственников ящериц — крокодилов и игуан; те и другие имеют крупный мясистый хвост. Животных можно содержать на больших фермах, где крокодилов, как хищников, будут кормить мясными отбросами, а игуаны станут получать фураж. Время от времени каждое животное будет отбрасывать свой хвост; таким образом, за время своей жизни оно сможет произвести гораздо больше мяса, чем весит само, причем удастся обойтись без убоя. Крокодиловая кожа для дамских сумочек тоже будет производиться этим экологически безупречным

способом. Более того, разводимые на фермах животные избавятся от угрозы бездумного хищнического уничтожения и будут спасены от вымирания. Общество защиты животных может пропагандировать новый продукт под девизом «Мясо счастливых крокодилов».

Такой способ получения мяса, не наносящий никакого ущерба животному, можно развивать и дальше. Лабораторные методы разведения клеточных культур позволяют поддерживать жизнедеятельность клеточных масс и даже отдельных органов в питательной среде, насыщенной кислородом. Дедал задумался над тем, какой наиболее крупный орган не включает костей и в то же время полностью съедобен; по всей вероятности, таким органом является хобот слона. Жизнедеятельность ампутированного хобота можно поддерживать при помощи специально подобранной питательной среды, циркулирующей в нем либо по естественным протокам, либо при помощи аппарата сердце — легкие. Известно, что рост мягких тканей можно стимулировать внешним раздражителем; соответственно, поддерживая хобот в постоянном натяжении при помощи системы блоков, можно заставить его расти до бесконечности. Таким образом, удастся получить непрерывный прирост вкусного и питательного слоновьего хобота без необходимости содержания и жестокого убоя слонов. На завершаю-



шем этапе процесса Дедал предполагает установить автомат, заворачивающий в тесто непрерывно нарастающий конец слоновьего хобота и пропускающий его через печь непрерывного действия,— так мы получим бесконечный «слоновий пирог»*.

New Scientist, February 18, 1965 and March 16, 1967

Комментарий Дедала

Понадобилось совсем немного лет, чтобы эти проекты нашли серьезных сторонников, хотя они реализовали их не с теми животными, которых я предлагал поначалу. В 1970 г. Д. М. Скиннер и Д. Е. Грэм описали сделанное ими наблюдение (*Science*, 169, 1970, p. 383), что бермудский земляной краб *Gecarcinus lateralis*, потеряв несколько конечностей, восстанавливает их путем преждевременной линьки, не представляющей опасности для его жизни. Авторы предположили, что сходное поведение других ракообразных может принести практическую пользу для промысла: «... например,

* Следует отметить, что рост тканей вне организма действительно возможен. Впервые этот метод был теоретически обоснован еще в 1874 г. русским ученым С. Е. Голубевым, а практически осуществлен в 1885 г. И. М. Скворцовым для клеток крови. В настоящее время эти исследования имеют большое практическое и теоретическое значение для биологов, медицины (особенно онкологии и вирусологии), ботаники. Так что «слоновий пирог» Дедала, по-видимому, имеет будущее.— *Прим. ред.*

камчатский королевский краб *Paralithodes camtschaticus* находится под угрозой уничтожения. Поскольку у этого краба в пищу используются только ножки, было бы экономично обрывать у отловленного краба 4—6 ножек и выпускать его обратно в море. При этом риск гибели животного невелик: конечности краб восстанавливает в ходе линьки. Таким образом удастся сохранить численность крабов.

Разведение клеточных культур в качестве источника мяса Д. Бритц пропагандировал как с этической, так и с экономической точки зрения (*Nature*, 229, 1971, p. 435). Откликаясь на его письмо, Дж. Мур из Института Росуэлл-парк в г. Буффало штат Нью-Йорк, (*Nature*, 230, 1971, p. 133) возразил, что это экономически невыгодно, в то время как С. Перт из Лондонского колледжа королевы Елизаветы (*Nature*, 231, 1971, p. 77) считает, что подобный способ производства мяса вполне конкурентоспособен. Оба, однако, признают этот проект вполне осуществимым. В леденящем душу примечании Дж. Мур пишет: «Мы скармливали остатки человеческих клеточных культур тропическим рыбкам на протяжении нескольких лет и можем засвидетельствовать, что такая диета была вполне питательной, обеспечивала быстрое размножение и не приводила к возникновению опухолевых заболеваний». Покупатели аквариумных рыбок в городе Буффало, берегитесь! Вашим питомцам могли привить вкус к людоедству!

У стен есть уши

Дедал размышляет над загадками, таящимися в мертвых языках: глядя сегодня на письменные древние тексты, мы не можем сказать, как произносились латинские или древнегреческие слова. Лишь в мелочах удается отыскать ключи к разгадке. Например, у Аристофана лягушки говорят «брекекекекс-куакс-куакс», и можно предположить, что с тех пор скромный репертуар греческих лягушек не претерпел значительных изменений. Но нет ли такого естественного процесса, который бы запечатлел под-

линные звуки древних языков и донес их до нашего времени? Находясь под впечатлением вокальных упражнений маляров, ремонтировавших его квартиру, Дедал высказал догадку, что возможность раскрыть эти тайны нам предоставляет нехитрое штукатурное ремесло. Дедал отмечает, что под действием звука мастерок, как любая плоская пластина, вибрирует — соответственно, когда поющий работник ведет мастерком по сырой штукатурке, на ней остается фонографическая запись его песни. После

высыхания поверхности запись можно проиграть, проведя соответствующим звукоснимателем в том же направлении. Повысить качество воспроизведения можно путем изготовления реплики с оштукатуренной поверхности из более прочного материала или с помощью микроскопического анализа «фонограммы».

Таким образом, мы располагаем теперь новым и чрезвычайно мощным методом воспроизведения трудовых песен древнегреческих штукатуров. Богатейший кладезь классической брани может быть открыт, скажем, на стенах Кносского дворца. Респектабельные любители старины, безнадежно призывающие древние стены заговорить, будут несколько обескуражены, когда эти стены откликнутся на их призыв. Разработанная Дедалом новая методика археофонографии имеет, однако, гораздо более обширную область применения. Например, при записи под диктовку стилем на глиняных табличках наряду с письменным документом должна запечатлеться и фонограмма диктуемого текста, а также не относящиеся к делу замечания незадачливого писца, которыми он раздражался при очередном ляпсусе. Дедал надеется также обследовать оштукатуренные стены в старинном городе Стратфорде, чтобы окончательно опровергнуть злые вымыслы, будто Шекспир говорил на американском диалекте, который был перенесен в Америку первыми переселенцами и сохранился там, в то время как англичане постепенно перешли на современные языковые стандарты дикторов Би-Би-Си.

New Scientist, February 6, 1965.

Комментарий Дедала

Вскоре после появления этой заметки журнал получил и опубликовал следующее отчаянное письмо:

Совпадение

Господа, я уверен, что произошло одно из редких и печальных совпадений. Я имею в виду заметку в номере *New Scientist* от 6 февраля, где Дедал

«... отмечает, что под действием звука мастерок, как любая плоская пластина, вибрирует — соответственно, когда поющий работник ведет мастерком по сырой штукатурке, на ней остается фонографическая запись его песни. После высыхания поверхности...» и т. д.

Весьма странно, что недавно я послал в редакцию журнала *Nature* статью, датированную 13 января 1969 г. и озаглавленную «Звукозаписи из древности», которая была формально отклонена редакцией как «слишком специальная».

В статье я описывал свои ранние опыты (1961) по записи звука (речи, музыки) на глиняных горшках и мазках краски на холсте (как в масляной живописи) и успешном воспроизведении записей при помощи пьезоэлектрического звукоснимателя с плоской деревянной «иглой».

Я отмечал, что случайные звукозаписи могут быть обнаружены на царапинах, вмятинах, гравировках или сколах пластичных материалов, к которым можно отнести металлы, воск, дерево, кость, грязь, краску, хрусталь и многие другие.

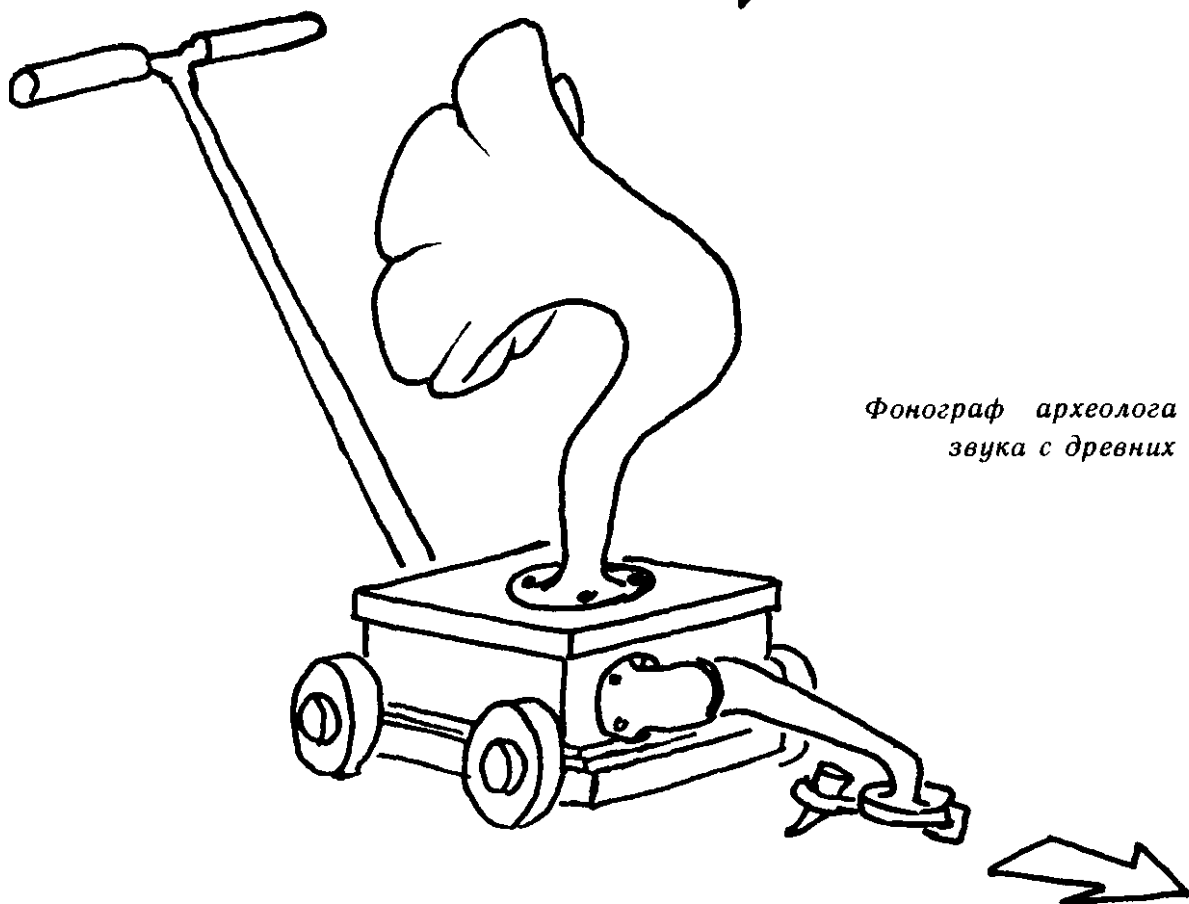
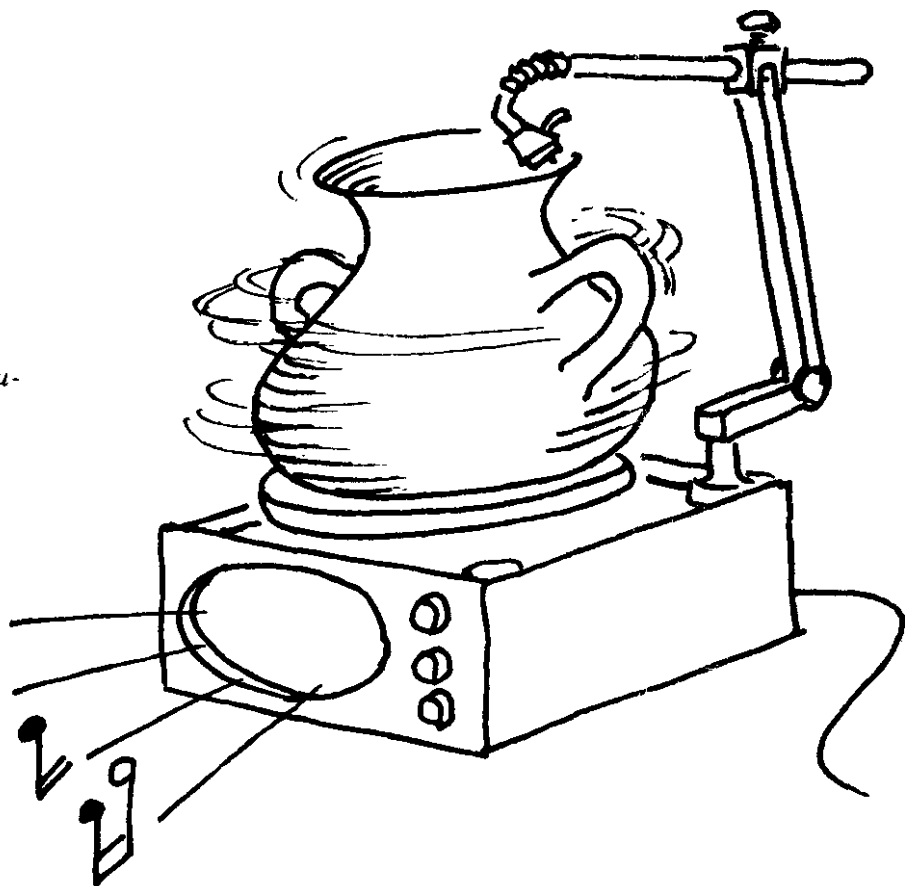
Учитывая современные возможности электронной обработки сигналов, позволяющие выделить полезный сигнал на фоне посторонних шумов, я считаю, что проблемы акустической археологии заслуживают серьезного внимания.

Норт Роуд РД-2,
Принстон, Нью-Джерси, 08540,
США

Ричард Вудбридж

Легко представить, какие чувства испытывает человек, занимавшийся проблемой несколько лет и, наконец, подготовивший сообщение для публикации в научном журнале, когда вдруг в одно прекрасное утро он обнаруживает, что аналогичные результаты изложены в колонке Дедала. Я послал Ричарду Вудбриджу письмо, в котором выразил свое сочувствие и решительно отрицал свою причастность к ограблению мусорной корзины журнала *Nature*. Д-р Вудбридж в конце концов опубликовал свою статью (*Proceedings of the IEEE*, 57 (8), 1969, p. 1465). Он приводит примеры удачной записи музыки на мазках краски, оставленных кистью, а также сообщает о воспроизведении слова, акустически записанного кистью на портрете. Однако же я опубликовал свою заметку раньше его!

Граммофон для проигрывания глиняных горшков.



Фонограф археолога для воспроизведения звука с древних цементных полов.

Моносфера

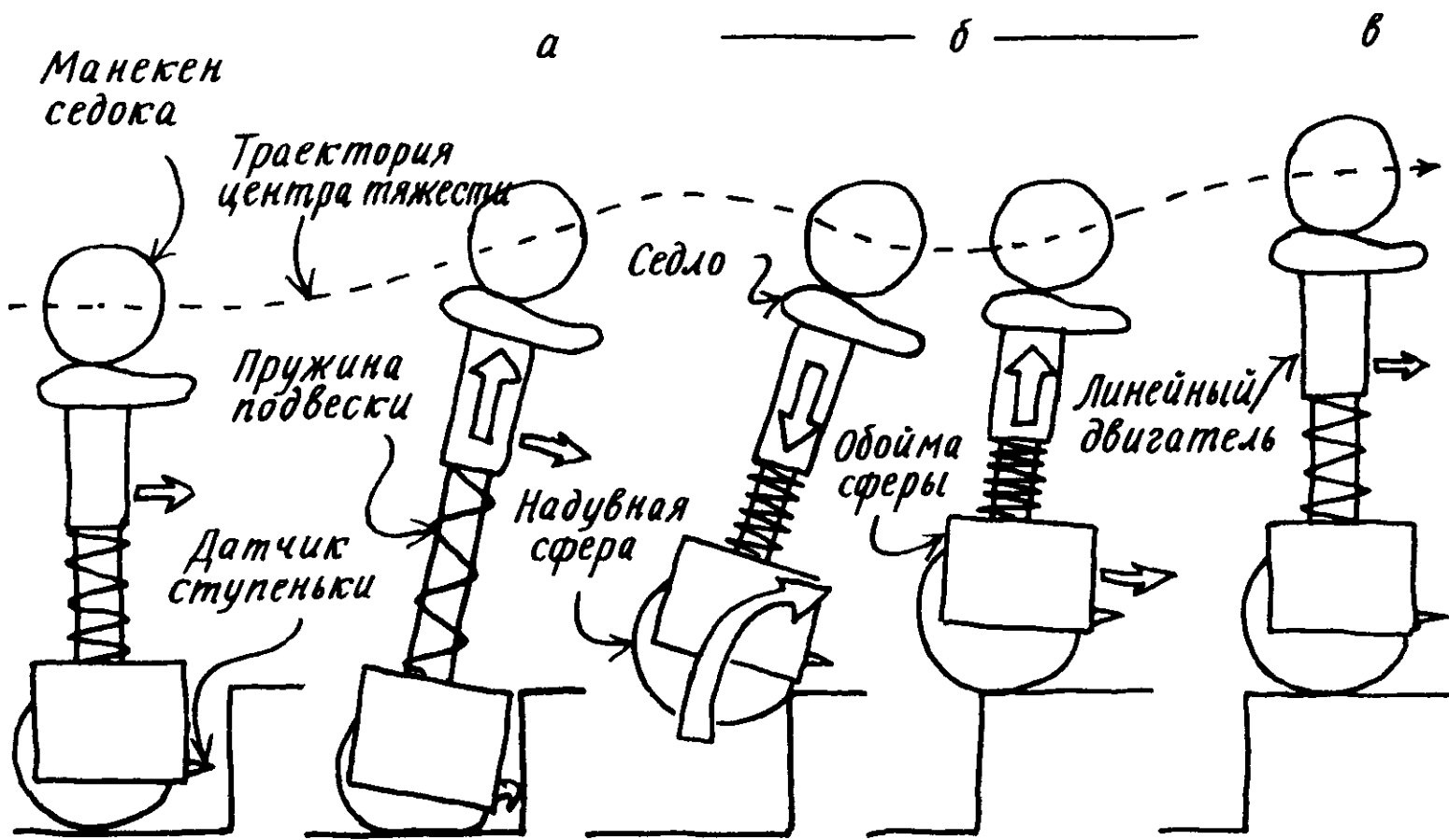
Моноцикл — одноколесный велосипед — был бы исключительно элегантным и практичным средством передвижения, если бы не его малая устойчивость. В каждый момент седок должен определить направление, в котором он валится, и выруливать в сторону падения. Современная техника, однако, позволяет без труда автоматизировать балансировку: достаточно вспомнить военные самолеты, устойчивость которых в полете всецело зависит от работы бортовой вычислительной машины. Поэтому Дедал занялся разработкой самостабилизирующегося моноцикла, или, вернее, моносферы. Роль колеса будет выполнять пневматическая сфера диаметром около 30 см, верхняя часть которой входит в подвеску, снабженную двигателями и приводными фрикционами. Сверху укреплено седло, куда садится ездок. Акселерометры регистрируют любое отклонение от вертикали, и бортовой микропроцессор дает команду серводвигателям, которые вращают сферу в нужном направлении, предотвращая падение. При достаточно высоком быстродействии системы ездок будет чувствовать себя абсолютно уверенно, поскольку при автоматическом управлении отклонения моносферы от вертикального положения будут много меньше, чем в том случае, если бы ездoku пришлось самому управлять моносферой.

Первоначально Дедал предполагал снабдить моносферу педалями, чтобы на ней можно было ездить, как на обычном велосипеде, управляя поворотами и торможением при помощи одной рукоятки, — как и велосипед, моносфера избавляет ноги седока от необходимости поддерживать его вес, так что вся мускульная сила идет на перемещение вперед, которое совершается легко и с высокой скоростью. Небольшой аккумулятор, подзаряжаемый от велосипедной динамки, будет питать электронику и серводвигатели, а также сможет обеспечивать кратковременную добавку мощности, например при движении в гору. Рассудив, однако, что человек на моносфере занимает едва ли больше места, чем просто

стоящий человек, Дедал пришел к выводу, что моносфера — это нечто существенно большее, чем просто усовершенствованный велосипед. В конце концов, велосипед — это средство передвижения. Вы едете, куда вам нужно, а добравшись до места, привязываете велосипед к перилам и заходите в дом. Спешиваться с моносферы нет необходимости — на ней можно ездить везде: и на улице, и в помещении. Соответственно всегда можно найти электрическую розетку, чтобы подзарядить аккумулятор, что дает возможность создать полностью электрифицированную модель моносферы. Это дает весьма существенные преимущества.

Во-первых, ездок может лавировать в толпе, не цепляя никого ногами. Во-вторых, управление моносферой становится простым и исключительно изящным. Ездок просто наклоняется в ту сторону, куда необходимо повернуть. Моносфера послушно выруливает в направлении наклона, чтобы выправить крен, и продолжает катиться в ту же сторону, пока ездок не наклонится в другую сторону для поворота или не откинется назад, желая затормозить. При некотором навыке балансировка на моносфере станет полностью рефлекторной, как и умение держать равновесие на велосипеде. Ездок сможет двигаться на своей моносфере вперед, назад и вбок, даже не задумываясь, как именно он это делает.

Это позволит преодолеть все неудобства и недостатки благоприобретенной способности к прямохождению, поскольку универсальная моносфера полностью снимет, наконец, нагрузку с человеческих ног. Люди на моносферах будут ездить по автострадам и беседовать в коридорах учреждений. Они станут прогуливаться на них по музейным залам — и онемевшие ноги более не будут мешать им наслаждаться произведениями искусства. Никто не будет валиться с ног в пивном баре независимо от количества выпитого. Люди начнут с легкостью взлетать по крутым лестницам, а в танцах появятся невиданные механизированные пиру-



эты. Надобность в стульях и табуретках отпадет; инвалиды и парализтики смогут вернуться к полноценной жизни. Придется только добавить новый раздел в правила дорожного движения.

New Scientist, May 18, 1978

Из записной книжки Дедала

Главная задача — «научить» моносферу подниматься по лестницам. Для этого необходимо предусмотреть возможность совершать на ней небольшие прыжки. Поскольку седло в любом случае придется устанавливать на пружинной подвеске (например, на телескопическом амортизаторе), в стойку седла можно вмонтировать возвратно-поступательный электродвигатель, ход которого выбирается с учетом максимальной высоты ступеньки (скажем, 30 см). При нормальном движении седло удерживается пружиной в среднем положении. Когда моносфера приближается к ступеньке, то — либо по команде седока, либо автоматически — выполняется следующая последовательность действий:

а. Линейный электродвигатель выдвигает

стойку седла на полную высоту. Если ограничить ускорение величиной $a = 0,5 g \approx 5 \text{ м/с}^2$, то вертикальная составляющая скорости в верхней точке (т. е. на расстоянии $l = 0,15 \text{ м}$) составит $v = \sqrt{2al} = \sqrt{2 \times 5 \times 0,15} = 1,25 \text{ м/с}$ и будет достигнута за время $t = \sqrt{2l/a} = \sqrt{2 \times 0,15 : 5} = 0,25 \text{ с}$. Если принять максимальную массу седока равной 100 кг, то мощность, которую должен развить электродвигатель, составит $P = 100 \times 5 \times 0,15 : 0,25 = 300 \text{ Вт}$; аккумуляторы вполне способны выдержать такую кратковременную перегрузку (напомним, что мощность равна произведению силы на расстояние, деленному на время). Одновременно сила реакции опоры сожмет пневматическую сферу.

б. Теперь седок продолжает движение вверх по инерции. Его центр масс движется по параболе, причем горизонтальная составляющая скорости равна скорости движения моносферы перед ступенькой, а максимальная высота над первоначальным уровнем центра масс составит $h = v^2/2g = (1,25)^2/2 \times 10 = 0,075 \text{ м}$, после чего начнется движение вниз. Во время этого симметричного взлета — падения вертикальная составляющая скорости будет меняться

от $+1,25$ м/с до $-1,25$ м/с за время $t = \Delta v/g = (2 \times 1,25)/10 = 0,25$ с. В этот промежуток времени моносфера не испытывает действия веса седока. Дойдя до верхней точки, электродвигатель немедленно начинает движение в обратном направлении, сжимая пружину. За счет этого, а также вследствие упругости пневматической сферы моносфера «вспрыгнет» под седоком на ступеньку. Чтобы она могла подпрыгнуть на высоту 30 см, необходима начальная скорость $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 0,3} = 2,5$ м/с (что вполне реально); прыжок займет время $t = v/g = 2,5/10 = 0,25$ с — ровно столько, сколько времени имеется в нашем распоряжении.

в. Моносфера преодолела ступеньку, поднявшись на высоту 30 см. Линейный электродвигатель находится в нижней точке хода, так что седло — вместе с седоком — поднялось только на 15 см. Теперь двигатель выключается, и сжатая пружина амортизатора возвращается в нормальное среднее положение, поднимая седло на оставшиеся 15 см. Если ступенька одна, то на этом программа закан-

чивается, если же ступенек несколько, то вся последовательность действий повторяется необходимое число раз. Программа для совершенного прыжка записана в памяти микропроцессора, управляющего движением сферы, и необходимая последовательность действий выполняется по команде ездока или при срабатывании датчика, определяющего наличие ступеньки. Выполнение аналогичных действий в обратной последовательности позволит моносфере спускаться по лестницам.

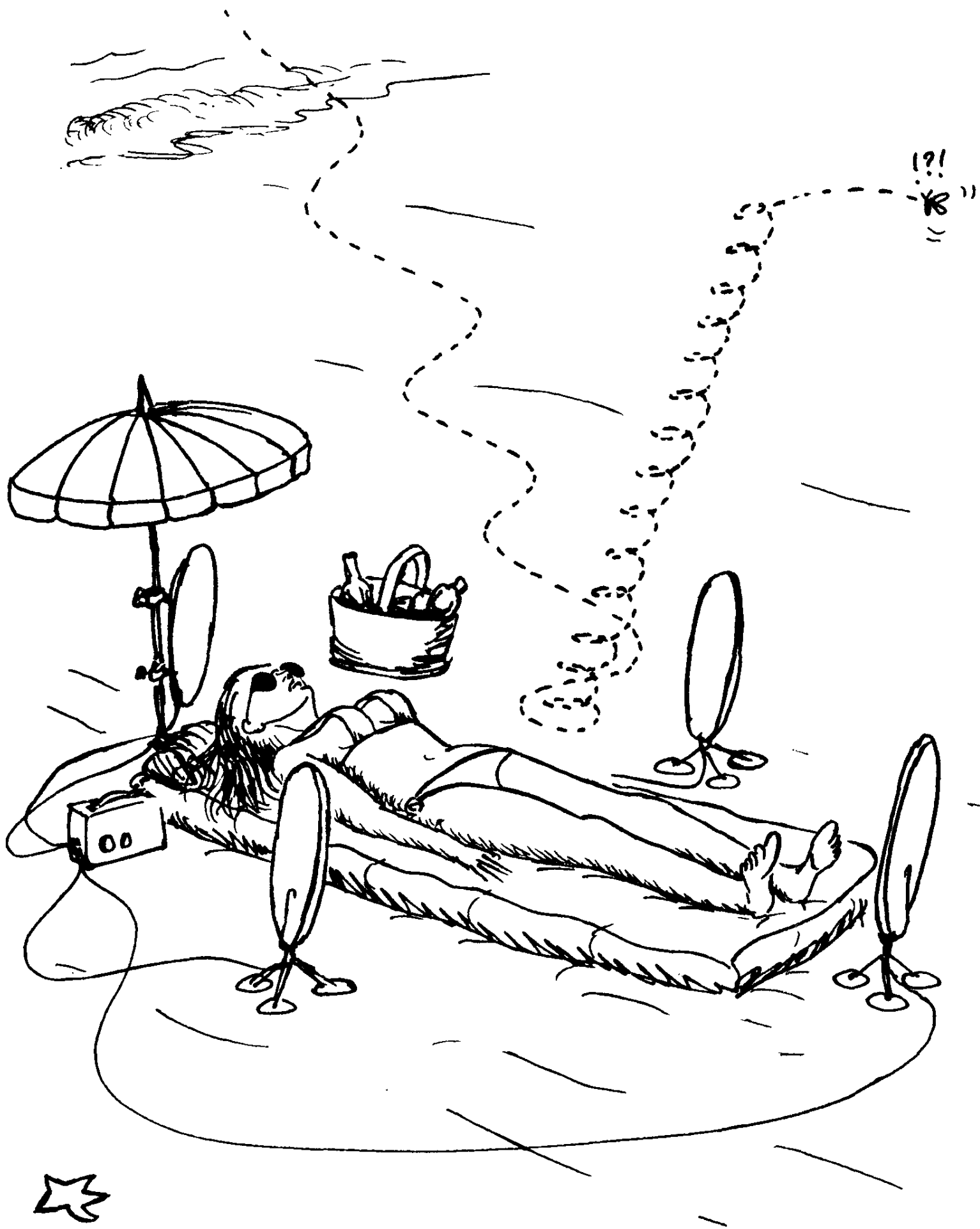
Примечание. Для подъема по лестнице необходима некоторая минимальная горизонтальная составляющая скорости. Аппарат должен перемещаться вперед на расстояние, равное одному радиусу пневматической сферы (мы приняли его равным 15 см), за время, которое занимает прыжок (0,5 с); в противном случае при подъеме на ступеньку сфера (вместе с ездоком!) опрокинется назад. Отсюда получаем, что минимальная скорость перед прыжком равна $v = l/t = 0,15/0,5 = 0,3$ м/с.

Взметая пыль

Как бы тщательно ты ни вытирал пыль, сокрушается Дедал, она все равно оседает обратно. Для решения этой бытовой проблемы Дедал начал исследовать аэродинамические свойства пыли. Каждая частица пыли, представляющая собой, как правило, волокно неправильной формы, занимает при падении устойчивое положение, в котором ее центр масс находится точно под центром аэродинамического сопротивления. Представьте себе теперь, что мы нашли способ раскрутить пылинку вокруг вертикальной оси. Если пылинка хотя бы слегка асимметрична, она имеет «закрутку» по отношению к этой оси и действует как пропеллер, хоть и не слишком эффективный. Если подъемная сила при этом направлена вверх, то пылинка станет набирать высоту. Если же «подъемная сила» направлена вниз, то характер приложения аэродинамических сил к пылинке

изменится: центр аэродинамического сопротивления станет точкой приложения направленной вниз аэродинамической подъемной силы, пылинка перевернется (поскольку центр тяжести должен находиться сзади по потоку) и начнет двигаться вверх.

Таким образом, утверждает Дедал, если принудить каждую пылинку совершать вращательное движение, то пыль будет оседать на потолке. Этой цели можно достигнуть, разместив под обоями электроды, создающие вращающееся электрическое поле. Каждая пылинка, плавающая в воздухе, превратится в крошечный электрический диполь и начнет вращаться вслед за полем. Сила, необходимая для закручивания пылинки, настолько мала, что, по мнению Дедала, можно обойтись полем с напряженностью не выше нескольких сотен вольт на метр. При частоте вращения 50 Гц



Прибор КОШМАР с вращающимся электрическим полем эффективно отпугивает комаров.

(3000 об/мин), получаемой при использовании переменного тока промышленной частоты, подъемная сила будет достаточной, чтобы пылинки поднимались к потолку и прилипали к нему (а то и ввинчивались в штукатурку!). Таким образом, комната, оснащенная электродами, спрятанными под обоями и подключенными к электросети, будет неизменно сверкать стерильной чистотой, в то время как на потолке станет нарастать аккуратный ковер, служащий прекрасной звуко- и теплоизоляцией. Для тех же, кто одержим манией чистоты, Дедал разрабатывает пылесос для чистки потолков, летающий подобно воздушному шару.

Этот же замечательный принцип можно применить для предотвращения снежных заносов на дорогах. Сами по себе кристаллы льда симметричны, но снежинки, как правило, асимметричны и в большей или меньшей степени обладают пропеллерной «закруткой». Поэтому вращающееся электрическое поле, которое создают электроды, вмонтированные в ограждающий барьер, заставит снежинки подниматься вверх. Оседать же на землю снежинки будут только за пределами дороги.

New Scientist, March 27, 1980

Из записной книжки Дедала

Имеется очень интересная работа Н. Б. Барановой и Б. Я. Зельдовича (*Chemical Physics Letters*, 57 (3), 1978, p. 453). Авторы указывают, что любая молекула, не обладающая зеркальной симметрией, должна иметь право- или левовинтовую спиральность. Другими словами, она ведет себя как пропеллер. Если такую молекулу в растворе привести во вращение, на нее будет действовать суммарная гидродинамическая сила, направленная вдоль оси вращения.

Предполагается, что этот принцип можно использовать для разделения пространственных изомеров, вращая молекулы в растворе с по-

мощью высокочастотного поля. Не уверен, что эту идею удастся реализовать для молекул, но нет сомнений, что подобный принцип вполне осуществим в случае более крупных объектов, таких, как пылинки, плавающие в воздухе. Абсолютно симметричные пылинки встречаются крайне редко, так что почти каждая частица пыли представляет собой крошечный пропеллер и может перемещаться в заданном направлении, вращаемая внешним электрическим полем. (При этом следует только учесть, что, как говорилось выше, пылинки будут переворачиваться.) Поле, вращающееся вокруг вертикальной оси, будет двигать пылинки вбок — в результате они станут оседать на стенах.

Этому принципу, однако, можно найти и более достойное применение. Нет сомнения, что пылеуловитель с вращающимся электрическим полем окажется гораздо более эффективным средством для очистки промышленных газовых отходов, чем обычные электростатические фильтры. Кроме того, каждая новая пылинка, оседающая на стенки установки, станет ввинчиваться в уже образующийся слой; таким образом, мы получим нетканый материал с тесно переплетенными волокнами. Скорее всего, это будет нечто вроде бумаги, которая представляет собой не что иное, как слой целлюлозных волокон, осажденных из водной суспензии. Не исключено, что путем осаждения во вращающемся электрическом поле частиц, которые содержатся в дыме электростанций или газе печей для обжига цемента, можно получить новые виды абразивных и огнестойких бумаг. А если развивать эту идею дальше, то что вы скажете о копировальной бумаге, сделанной целиком из спрессованной сажи? Учитывая свойства углеродных волокон, можно надеяться, что такая копирка окажется невероятно прочной. (Но будет ли такая копирка оставлять след на бумаге?— *Ред.*)

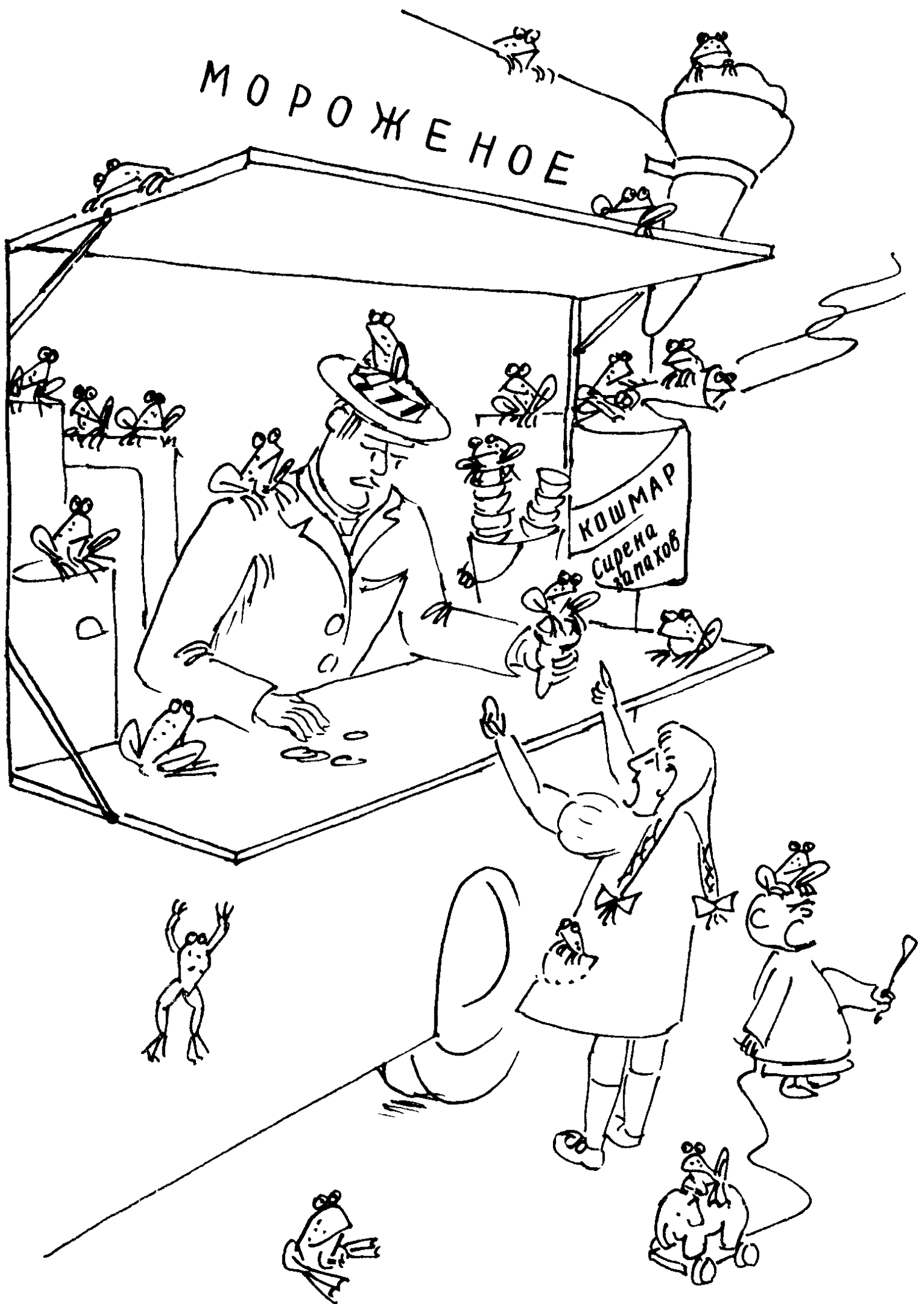
Весенние повадки лягушек, отмечает Дедал, нуждаются в некоторых объяснениях. Когда наступает пора брачных игр, эти забавные создания мигрируют на десятки километров в поисках воды, безошибочно определяя правильное направление. Расхожее мнение, будто животные «чуют» воду как таковую, не имеет под собой никаких оснований хотя бы потому, что носы у них всегда влажные. Более того, на фоне естественной влажности воздуха почувствовать удаленный водоем практически невозможно. Тот факт, что лягушки из года в год посещают одни и те же водоемы и, как ни странно, пренебрегают другими, навел Дедала на мысль, что они ориентируются по запаху какого-то вещества, обычно (но не всегда) присутствующего в воде прудов и озер. Произведя химический анализ воды из тех прудов, которые особенно активно посещают лягушки, Дедал надеется выделить этот специфический химический «индикатор» воды в чистом виде. Это вещество не только послужит неотразимой приманкой для лягушек, на радость натуралистам и французам — любителям лягушатины, но и станет основой для дальнейших исследований. Дело в том, что существует много других примеров «вынюхивания» воды; неуверенные, но порой довольно убедительные опыты «лзохождения» ([4], с. 162—163, 246) наводят на мысль, что водоискатели руководствуются в своих поисках аналогичным чувством. «Лзоходцы» редко могут дать вразумительное объяснение своим способностям, но, по мнению Дедала, они подсознательно идут по пути, указываемому им обонянием, не ощущая при этом явного запаха, так же как мы не ощущаем запаха тех флюидов, которые создают эмоциональную атмосферу митингов и собраний.

Польза от «водоискательского эликсира» была бы огромной. Пивной бар, снабженный такой приманкой, привлекал бы посетителей за многие мили; при этом клиенты вряд ли отдавали бы себе отчет в том, что послужило причиной неожиданного приступа жажды. Про-

давцы мороженого тоже смогли бы привлекать внимание покупателей, не сотрясая воздух металлическим перезвоном. При этом, однако, предполагается, что флюиды, ощущаемые человеком, отличаются от тех, которые чувствуют животные, — в противном случае оруды любвеобильных лягушек станут осаждать пивные бары и фургоны мороженщиков.

New Scientist, April 1, 1971

Смутно воспринимаемые запахи могут быть очень многозначительными. Всем нам приходится бывать в домах, где запах прямо-таки бьет в нос. Трудно представить себе, чтобы жильцы не ощущали его, — и тем не менее для них это лишь подсознательный «родной дух». Дедал предполагает, что люди, как и многие животные, подсознательно пользуются обонянием для распознавания знакомых лиц, мест и т. д. По его мнению, нелегкий период обживания нового жилища связан с тем, что новые стены не сразу воспринимают запах жильцов. Изобретенный Дедалом аппарат для «записи» запаха пропускает воздух непрерывным потоком через камеру-уловитель, охлаждаемую жидким азотом, где происходит конденсация летучих компонентов. Через некоторое время в камере накопится достаточное количество вещества, чтобы наполнить аэрозольный баллон. Стоит теперь побрызгать немного из баллончика — и новый дом мгновенно станет родным и близким. Точно так же международные корпорации, которые не останавливаются ни перед какими расходами, стремясь создать в своих учреждениях единый «стиль фирмы», могут воспользоваться этим способом, чтобы создать единый «дух фирмы». Тогда ответственные работники корпорации смогут с легкостью переезжать с места на место, не испытывая мук акклиматизации. А если посмотреть на проблему в более скромном масштабе, то коммивояжер мог бы брать в свои поездки сконцентрированный аромат родного дома — тогда, побрызгав на стены гостинично-



Мороженщик, осаждаемый ордой любвеобильных лягушек.

го номера или вагонного купе, он сразу почувствует себя «как дома» и вся неловкость от пребывания в незнакомом месте исчезнет. Няньки, несомненно, смогут успокаивать капризных младенцев при помощи аэрозольного концентрата запаха их мамаш. Нако-

нец, поскольку некоторые вещества (например, теллур) сообщают специфический запах поту проглотившего их человека, примешивая такие вещества к воде или пище, можно заставить всех людей пахнуть одинаково.
New Scientist, January 5, 1978

Оптически плоская Земля

С увеличением высоты над поверхностью Земли плотность атмосферы уменьшается. Любопытным следствием этого является изменение с высотой (градиент) показателя преломления воздуха, из-за чего луч света распространяется в атмосфере по слегка искривленной траектории, как бы огибая поверхность Земли. Так, например, мы видим Солнце в течение двух минут после того, как оно в действительности скрылось за горизонтом. Вычисления, сделанные Дедалом, показывают, что этот эффект исключительно тонко сбалансирован. Если бы радиус Земли был всего на 13 км меньше, то луч света, направленный вдоль ее поверхности, в точности следовал бы ее кривизне и Земля казалась бы плоской. Удаляющийся корабль не скрывался бы под горизонтом, а просто растворялся бы в дымке, и люди не смогли бы узнать, что Земля круглая, пока не обнаружили бы, что в хороший телескоп можно увидеть собственный затылок!

Дедал считает, что несостоявшаяся возможность видения на неограниченном расстоянии без труда удастся реализовать. К примеру, приповерхностный слой воздуха можно заменить толстым слоем сернистого газа, имеющего в точности необходимые значения плотности и показателя преломления. Однако, вместо того чтобы разводить серные костры на вершинах гор, он рекомендует устраивать длинные трубопроводы, заполненные этим газом, — внутри такая труба будет казаться прямой независимо от того, насколько далеко она простирается вдоль поверхности Земли. Благодаря таким световодам люди смогут — с помощью мощных герметизированных телескопов — увидеть улыбающиеся лица своих родных, жи-

вущих в других уголках планеты; эти трубы послужат также каналом для передачи огромного объема информации. Когда будут построены трансконтинентальные трубопроводы, Дедал планирует провести эксперименты по измерению времени пробега фотонов в трубе, установив зеркала у ее концов. Однако экономически выгодно будет использовать трубопроводы для транспортировки более полезных газов, чем сернистый. В настоящее время по трубам на большие расстояния перекачивают метан и этилен; Дедал пытается убедить руководителей газовых и химических корпораций прокладывать такие трубопроводы по дуге большого круга (сечения земного шара, проходящего через земную ось). По его расчетам, трубопровод, заполненный этиленом под давлением 2,1 атм или метаном под давлением 5,9 атм, также будет казаться прямым, поскольку при указанных давлениях эти газы имеют необходимые градиенты показателя преломления.

New Scientist, October 19, 1972

Из записной книжки Дедала

Как изменяется показатель преломления газа n с высотой? Он пропорционален плотности, которая убывает с высотой экспоненциально. Таким образом, показатель преломления на высоте h дается выражением

$$(n_h - 1) = (n_0 - 1) \exp(-h/H),$$

где $H = RT/gm$ — «масштаб высоты», на котором плотность газа уменьшается в e раз,

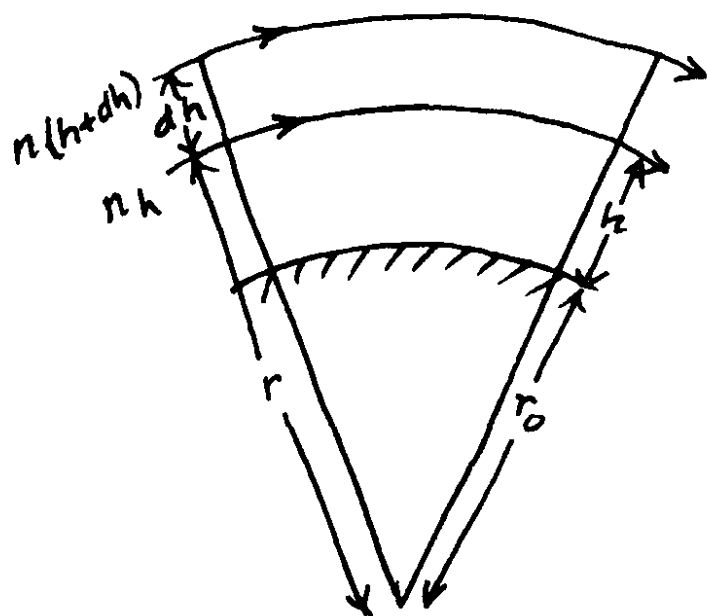
m — молярная масса газа, n_0 — показатель преломления у поверхности Земли. Отсюда

$$n_h = 1 + (n_0 - 1) \exp(-h/H).$$

Дифференцируя, получаем

$$dn_h/dh = \frac{-(n_0 - 1) \exp(-h/H)}{H}.$$

Чтобы пучок света распространялся парал-



лельно поверхности Земли, свет на его верхней границе должен распространяться быстрее, чем на нижней, — так, чтобы волновой фронт был всегда перпендикулярен земной поверхности. Поскольку скорость света обратно пропорциональна показателю преломления, это условие можно записать в виде

$$n_h r = n_{(h+dh)} (r + dh)$$

или

$$-dn/dh = n_h/r.$$

В атмосфере это условие будет выполняться для определенного радиуса $r = r_0 + h$, соответствующего некоторой высоте h над поверхностью Земли:

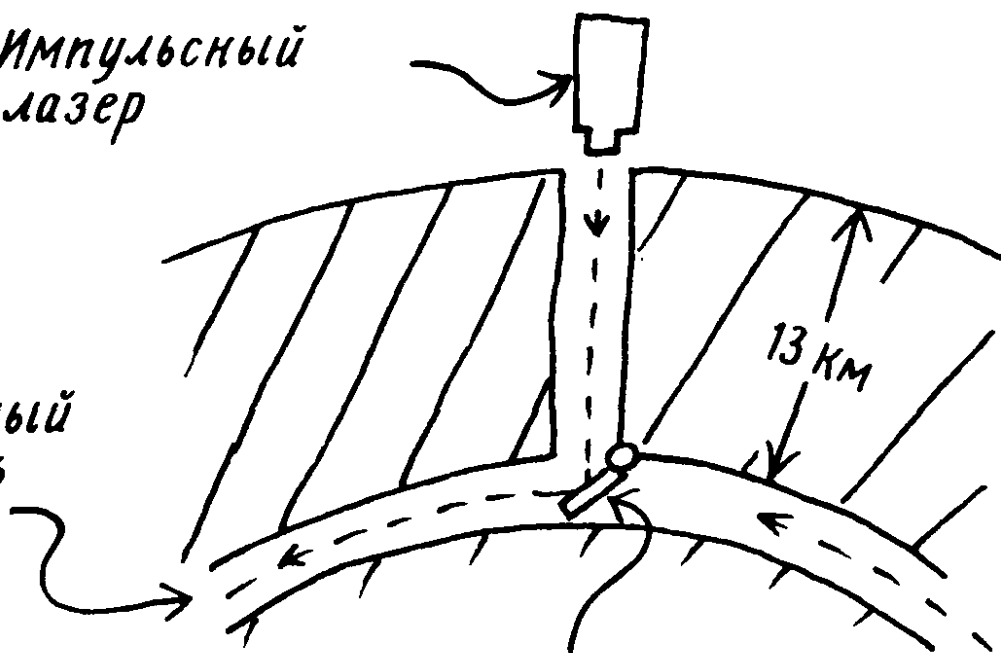
$$-dn/dh = n_h/(r_0 + h).$$

Заменяя dn/dh и n_h соответствующими выражениями, получим

$$\begin{aligned} & \frac{(n_0 - 1) \exp(-h/H)}{H} = \\ & = \frac{1 + (n_0 - 1) \exp(-h/H)}{(r_0 + h)}. \end{aligned}$$

Импульсный лазер

Кругосветный тоннель



Откидное зеркало.
Если оно откинется вверх быстрее, чем за 0,13 с после посылки импульса, то свет будет циркулировать по замкнутой орбите

Это выражение можно упростить:

$$\exp(h/H) = (n_0 - 1) [(r_0 + h)/H - 1].$$

Поскольку h и H малы по сравнению с радиусом Земли, $r_0 = 6,37 \times 10^6$ м, полученное выражение можно записать в виде

$$\exp(h/H) = (n_0 - 1)r_0/H$$

или

$$h = H \ln [(n_0 - 1)r_0/H].$$

Остается теперь подобрать такой газ, у которого показатель преломления n_0 при давлении 1 атм и масштаб высоты H таковы, что $h = 0$. В таком газе луч света будет в точности следовать за кривизной земной поверхности.

Наиболее подходящим газом, по-видимому, является кислород O_2 , для которого при $20^\circ C$

$n_0 = 1,000\,615$ и $H = 3880$ м, что дает $h = -37$ м — весьма малая величина по сравнению с радиусом Земли. Для промышленных газов, этилена и метана, при нормальном давлении получаются большие отрицательные значения h (их показатели преломления при $20^\circ C$ равны соответственно 1,000 648 и 1,000 411). Однако при давлениях 2,1 атм для этилена и 5,9 атм для метана оптические параметры этих газов становятся как раз такими, как надо.

Для воздуха при $20^\circ C$ $n_0 = 1,000\,272$ и $H = 8560$ м, что дает нам $h = -13\,700$ м, т. е. если прорыть на глубине 13 км туннель вдоль поверхности Земли, то он будет просматриваться на любое расстояние. Иначе говоря, если бы радиус Земли был всего на 13 км меньше, она казалась бы плоской!

Конец больших подтяжек

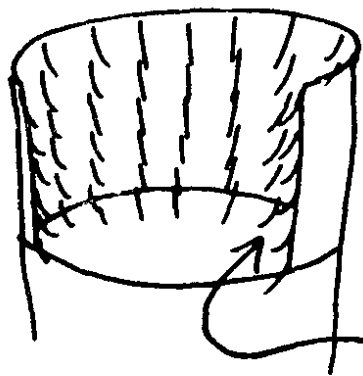
Изобретение застежек «велькро» с микрокрючками было подсказано колючками репейника, прочно цепляющимися за шерсть животных и одежду. Дедал вдохновился другим биологическим примером. Он вспоминает, как мальчишкой бросал колоски ячменя за шиворот взрослым и какой уморительный эффект они производили, благодаря своим острым усикам перемещаясь под одеждой в определенном направлении. Дедал пришел к выводу, что предметы одежды, подбитые мехом с приглаженными в одну сторону волосками, будут автоматически принимать правильное положение на фигуре. Такую одежду не придется удерживать поясами или подтяжками. Нынешние носки, к примеру, не нуждаются в подвязках — они удерживаются на ноге только вследствие своей эластичности. В отличие от них «активные» носки и чулки, изобретенные Дедалом, станут при всяком движении подниматься вверх по ноге, расправляя малейшие образовавшиеся на них складки. Аналогично «самоцентрирующийся» галстук не съедет за ухо, как это нередко случается теперь, особенно во время телевизионных интервью. Более того, Дедал предвидит создание пол-

ностью «автоматизированного» облачения, которое, будучи накинуто кое-как, само сядет по фигуре без единой складочки — не только вопреки самой лихорадочной двигательной активности, но скорее благодаря ей. Новые ткани открывают невиданные возможности для пошива облегающих и самоудерживающихся предметов туалета, и Дедал не может без волнения думать о том, какой это даст простор фантазии модельеров. Самые смелые фасоны не будут более нуждаться в замаскированных лямках и бретельках; возможно даже создание кинетической одежды (например, непрестанно вращающихся поясов). Однако Дедалу больше по душе менее бредовые применения этого принципа: лестничные ковры, которые не сползают вниз по ступенькам, а стремятся подняться вверх, а также конторские стулья, надежно удерживающие самых сопливых служащих в позе напряженного внимания.

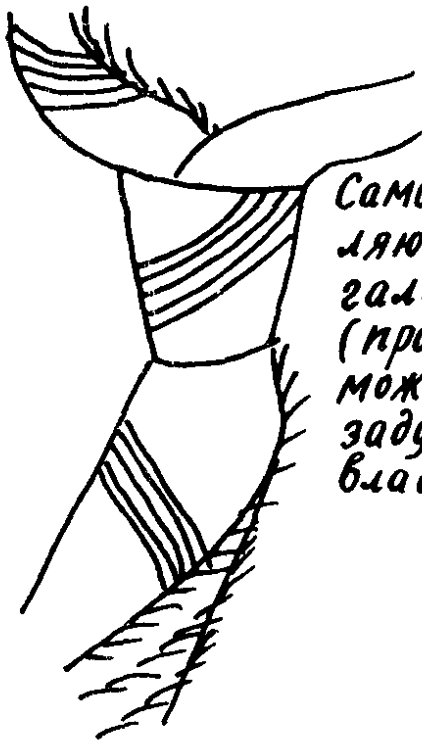
New Scientist, August 17, 1967

Комментарий Дедала

Запрос фирмы «Хейуорд Марум» пришел к нам

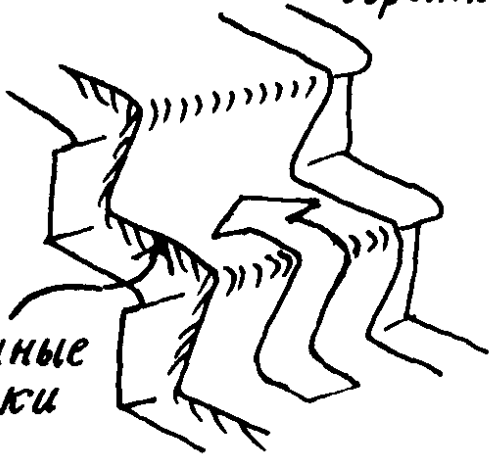


Самоподтягивающийся галстук
Наклонные воронки



Самопоправляющийся галстук
(проблема: может задуть владельца)

Неспользуемая дорожка



Наклонные воронки

в тот период, когда чулки проигрывали колготкам свою последнюю битву и, судя по всему, промышленность была особенно восприимчива к любым новшествам. Однако, несмотря на подробный и оптимистический ответ, фирма не смогла извлечь пользу из нашей идеи.

«Нью сайентист»
Редактору «страницы Ариадны»

Милостивый государь!
Просматривая старый номер Вашего журнала от 17 августа 1967 г., я прочитал на странице Ариадны об идее создания носков и чулок, которые станут при всяком движении подниматься вверх по ноге, расправляя тем самым малейшие складки.

Мне было бы интересно проконсультироваться со специалистом, предложившим подобное новшество. С нетерпением жду ответа.

Искренне Ваш
Роберт Дж. Кальвини,
президент фирмы «Хейуорд Марум»

HAYWARD MARUM INC.



122 S. MICHIGAN AVENUE, CHICAGO, ILLINOIS 60603
CORPORATE OFFICE

October 14, 1968

New Scientist
128 Long Acre
London WC 2
England

ATTN: Editor of Ariadne Column

Dear Sir:

While reviewing an old issue of New Scientist, August 17, 1967, I read in Ariadne about an idea for "active socks and stockings (which) would by contrast constantly seek to climb the leg as the wearer moved about taking up any slack that might develop."

I would be interested in speaking to anyone who has some innovations of that nature. Looking forward to hearing from you.

Cordially,

HAYWARD MARUM, Inc.

Robert J. Calvin
President

cdh

Marum ■ Christian Dior "socks for the man"
Sales offices: 40 East 34th Street, New York, N. Y. 10016
Plant: 15 Union Street, Lawrence, Mass. 01840

Hayward ■ Thread-O-Life "hosiery for the lady"
Sales offices: 385 Fifth Avenue, New York, N. Y. 10016
Plant: Ipswich, Mass. 01938
A & L - Missy Hose
High Point, N. C. 27261

Ты крутись, кораблик мой...

Корабль, приводимый в движение солнечной энергией, был бы слишком маломощным, утверждает Дедал, даже если бы удалось использовать полностью всю энергию Солнца, падающую на корабль. Поэтому Дедал попытается сконструировать корабль, который будет использовать солнечную энергию, падающую на воду вокруг него. Представьте себе высокую трубу, воронкообразно расширяющуюся к основанию и удерживаемую каким-то способом на высоте нескольких метров над поверхностью воды. Водяной пар, образовавшийся под такой воронкой, станет подниматься в трубу, поскольку он существенно легче воздуха. За счет этого в воронку будет засасываться окружающий воздух, и в трубе создастся тяга. Чем сильнее тяга, тем с большей площади вокруг воронки будут собираться водяные пары, — таким образом энергия водяного пара преобразуется в энергию струйного течения в трубе. Вследствие действия кориолисовой силы, обусловленной вращением Земли, всасываемый поток закручивается по спирали — так Дедал сможет укротить водяной смерч. Действительно, смерчи, ураганы и прочие атмосферные вихри получают свою энергию от Солнца примерно таким образом, но отсутствие направляющих каналов приводит к тому, что эти вихри оказываются устойчивыми только при очень больших размерах и перемещаются непредсказуемым образом. Предлагаемая Дедалом конструкция, напротив, будет захватывать воздух с площади в радиусе, примерно равном высоте трубы (допустим, 100 м), что соответствует мощности в 30 МВт. Даже если принять КПД такого устройства равным 3%, этого достаточно для движения корабля-смерча.

В качестве двигателя Дедал предлагает смелую конструкцию, использующую вращение воздушного потока внутри трубы. Турбинные лопасти, установленные по периметру корабля и внутри трубы, приводят все судно во вращение вокруг вертикальной оси (кстати, это вращение обеспечит гироскопическую стабилизацию довольно-таки неустойчивой высокой трубы). В подводной части корабля бу-

дут установлены откидные лопасти, преобразующие вращение корабля в поступательное движение — наподобие ротора вертолета, однако кабина для экипажа не должна вращаться вместе с кораблем. В северном полушарии такое судно будет вращаться против часовой стрелки, в южном полушарии — по часовой стрелке, а при пересечении экватора оно будет на мгновение останавливаться.

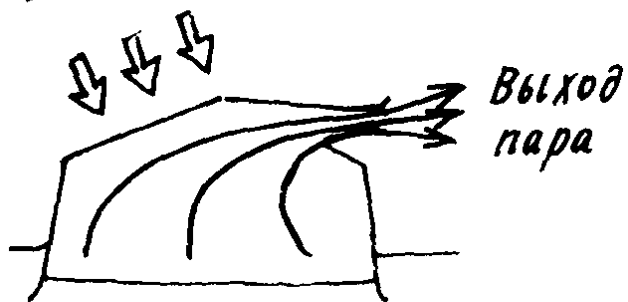
New Scientist, April 5, 1979

Комментарий Дедала

Первоначально я планировал сконструировать нечто вроде плавучей теплицы. Мне представлялся покачивающийся на волнах застекленный купол — крышка гигантской столовой маслянки, — удерживающий под собой большой объем воздуха. Лучистая энергия Солнца, проходящая под купол, накапливается там за счет «парникового эффекта» — в результате температура воздуха под куполом повышается. При температуре окружающей воды 10°C (давление водяных паров 1230 Н/м²) вода под куполом может нагреться до 40°C (давление водяных паров 7370 Н/м²); разность давлений будет достаточна, чтобы обеспечить плавучесть и движущую силу корабля-смерча. Поскольку в резервуаре-накопителе с зачерненным (для увеличения поглощения) дном вода может быть нагрета солнечными лучами почти до кипения, мои допущения представляются весьма скромными. Для еще большего поглощения солнечной энергии воду под куполом можно было бы подкрасить чем-нибудь вроде сепии (чернил каракатицы). Движение вперед осуществлялось бы за счет реактивной тяги, возникающей при снижении существующего под куполом избыточного давления с помощью отверстий, открывающихся с соответствующей стороны купола. Получается очень славный «солнечный кораблик», у которого полностью отсутствуют движущиеся части и весьма мала площадь смоченной поверхности. Однако подобная конструкция не

РОТОРНО-ВИХРЕВОЕ СУДНО

Первоначальная идея
Солнечные
лучи



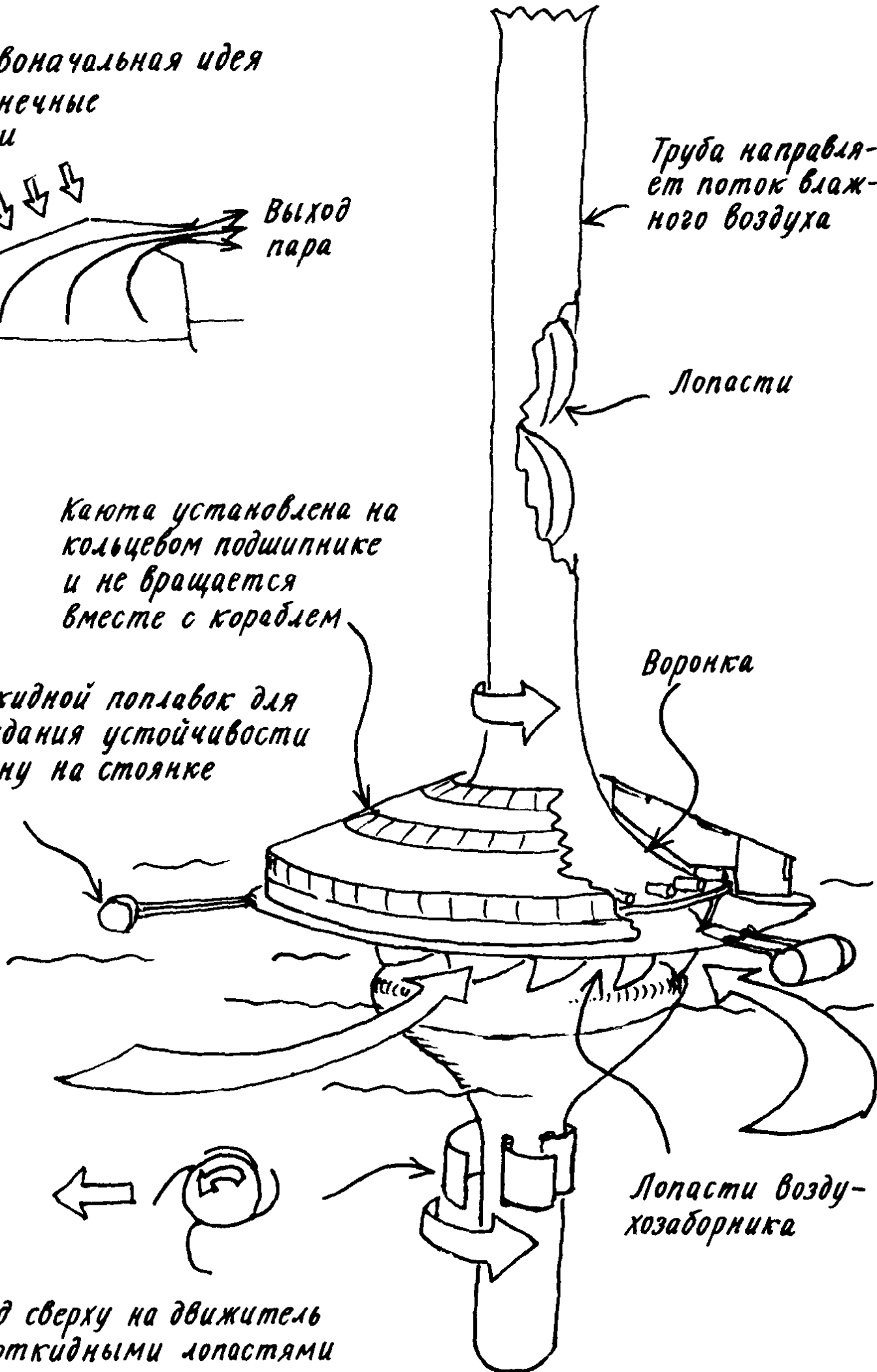
Труба направляет
поток влажного
воздуха

Лопастни

Каюта установлена на
кольцевом подшипнике
и не вращается
вместе с кораблем

Откидной поплавок для
придания устойчивости
судну на стоянке

Воронка



Лопастни возду-
хозаборника

Вид сверху на движитель
с откидными лопастями

лишена недостатков. Во-первых, необходимо постоянно следить за тем, чтобы количество выпускаемого из-под купола воздуха было сбалансировано со скоростью испарения воды — иначе купол заполнится водой и затонет. Во-вторых, даже очень широкий и приземистый купол окажется, по-видимому, неустойчивым, и чтобы избежать его опрокидывания, потребуется установка дополнительных поплавков по его периметру. В-третьих, эффективность такого способа передвижения очень невысока. На поверхность купола, представляющего собой в плане квадрат со стороной 100 м, падает до 10^4 кВт мощности солнечной энергии, однако при столь малой разности давлений КПД реактивного двигателя едва ли достигнет 1%. В результате его мощность не превысит 100 кВт и вряд ли будет достаточна для перемещения такого гиганта. Очевидно, реальный солнечный корабль должен использовать солнечную энергию с гораздо большей площади морской поверхности, чем покрывает его собственная поверхность.

Хороший пример в этом отношении дает нам парусный корабль. Он передвигается за счет ветра, возникающего вследствие конвекции воздушных масс над миллионами квадратных километров океанской поверхности [5]. А нель-

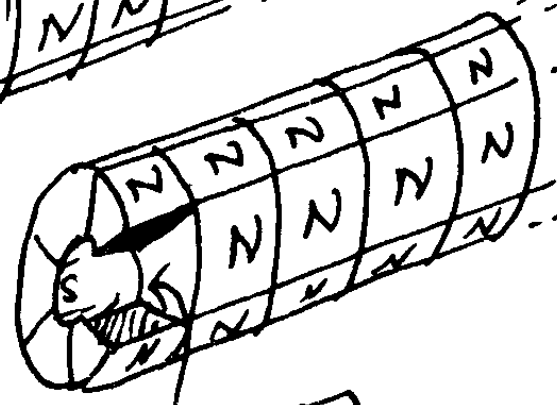
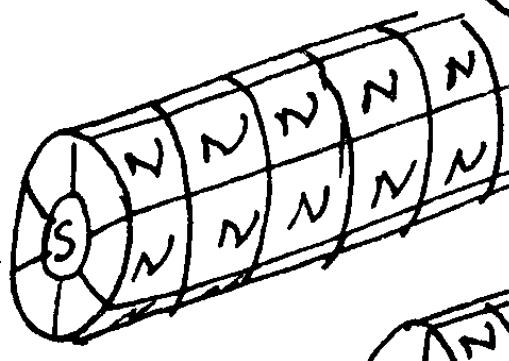
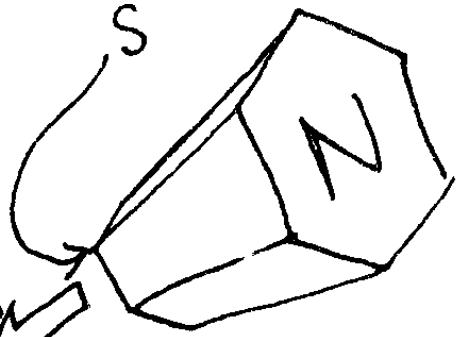
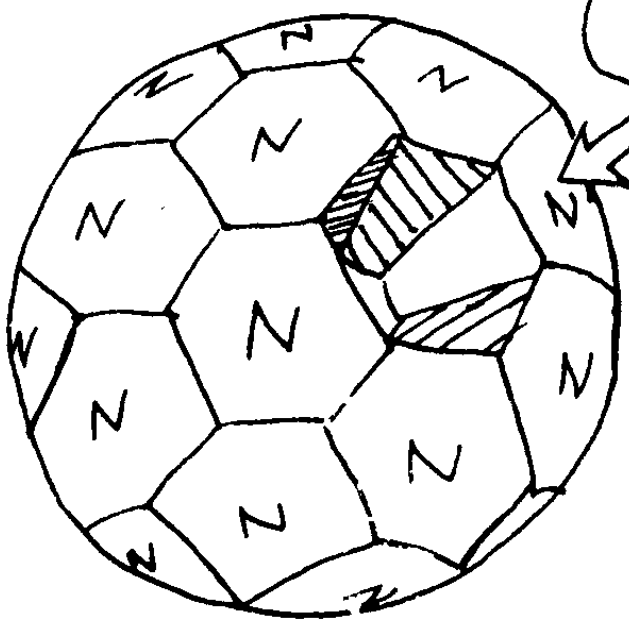
зя ли создать «собственный», локальный, ветер, который приводил бы корабль в движение? В своей чрезвычайно разумной статье Дж. Бернал (*The Scientist Speculates*, ed. I. J. Good, Heinemann, 1961, p. 17) указывает, насколько важным открытием было изобретение печной трубы, и отмечает, что влажный воздух быстро поднимается по трубе не столько потому, что он горячий, сколько в силу повышенного содержания влаги: молекулярная масса воды ($M_{H_2O} = 18$) существенно меньше эффективной молекулярной массы воздуха ($M_{возд} = 29$). Таким образом, труба, всасывающая влажный воздух над поверхностью моря и направляющая его вверх, создает в окружающем пространстве локальный устойчивый поток воздушных масс, т. е. локальный ветер. Самый простой способ использовать энергию вертикальной тяги — установить внутри трубы турбину. Тут я вспомнил, как смерч ускоряет медленное кориолисово вращение воздушных масс вследствие того, что засасывает воздух с большой площади и подтягивает воздушную массу к оси вращения. В соответствии с законом сохранения момента количества движения по мере приближения к оси вращения угловая скорость воздушных частиц быстро растет. Дальнейший ход мыслей очевиден.

Магнитные монополи

Как и многим физикам, Дедалу не дает покоя отсутствие симметрии между магнитными полюсами и электрическими зарядами. Уравнения электродинамики полностью симметричны; тем не менее изолированные магнитные полюсы (монополи), по-видимому, не существуют, тогда как разделить положительные и отрицательные электрические заряды удается без труда (если же вы попытаетесь разделить полюсы магнита, распилив его пополам, то получите два магнита, каждый из которых по-прежнему имеет два полюса — северный и южный). По мнению Дедала, прежде всего следует понять, куда мог бы направиться монополь, если его предо-

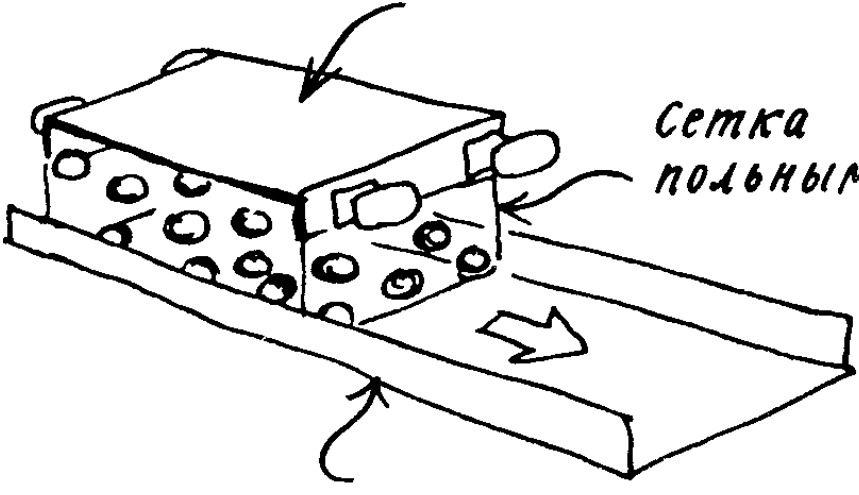
ставить самому себе. Ясно, что он станет двигаться вдоль силовых линий земного магнитного поля и зароется в землю у Северного (или Южного) магнитного полюса Земли. Поэтому Дедал пытается раздобыть средства на организацию геологической экспедиции, оснащенной снегоходами и буровыми установками, которая отправится на поиски подземных кладовых магнитных монополей. Монополи, если их удастся найти, послужат основой для идеальных электродвигателей постоянного тока, поскольку монополь станет безостановочно крутиться вокруг любого проводника, по которому течет электрический ток.

Сборка монополя



Монопольная железная дорога

Платформа на магнитной подвеске



Сетка с монопольным газом

Путь

Придется только принять меры, чтобы нечаянно не упустить его.

New Scientist, December 3, 1964

Комментарий Дедала

Года через четыре после публикации этой заметки меня позабавила статья (*Science Journal*, Sept. 1968, p. 60), в которой Г. Г. Кольм из лаборатории магнитных явлений Массачусетского технологического института описывал свои геологические поиски магнитных монополей — пока что безуспешные.

Возможность существования естественных магнитных монополей продолжает обсуждаться в ученой среде. Дедал, уже придумавший для монополей множество полезных практических применений, предлагает способ искусственного получения однополюсных магнитов. Представьте себе стальной шар, разрезанный на секторы; каждый сектор намагничивается так, чтобы его наружный конец был северным полюсом, а внутренний — южным. Если теперь собрать секторы в шар, то находящийся в центре южный полюс будет полностью экранирован остальной массой магнита — получится самый настоящий сферический «северный» монополь. Стоит его отпустить, как он устремится на север, к самому полюсу, если только на его пути не попадется проводник с током, — тогда монополь начнет вращаться вокруг него (образуется простейший электродвигатель постоянного тока).

Вначале Дедал предполагал использовать взаимное отталкивание монополей для создания транспорта на магнитной подвеске. С этой целью намагниченные цилиндрические секторы собираются в трубу, и две такие трубы укладываются

параллельно одна другой. Сферический монополь будет устойчиво парить над ними (на концах пути «рельсы» можно замкнуть перемычкой, чтобы предотвратить рассеяние магнитного потока). Но затем Дедал сообразил, что вследствие взаимного отталкивания свободные монополи должны вести себя подобно молекулам газа, — соударяясь со стенками сосуда, в котором они заключены, они будут создавать давление в сосуде. Это позволяет сконструировать гораздо более простой аппарат на магнитной подвеске, удерживаемый над опорной поверхностью давлением монополюсного «газа», который содержится под аппаратом в ограждении из медной сетки. Такая совершенная подвеска не только не потребляет энергии и не создает шума, как обычные аппараты на воздушной подушке или магнитной подвеске, но и обеспечивает постоянную тягу, направленную на север. Бесшумные, чистые, стремительные экспрессы на монополюсной подвеске помчатся по магистралям, проложенным вдоль магнитных меридианов (не следует только располагать на их пути линии передачи постоянного электрического тока, ибо они нарушат нормальную траекторию движения). На конечных станциях будет создан запас монополей нужного знака, а отработавшие монополи транспортируются обычным локомотивом на конечную станцию для повторного использования. Сложности возникнут только при разъезде поездов, везущих монополи.

New Scientist, September 10, 1970

Комментарий Дедала

Подобный способ изготовления монополей был впоследствии сурово раскритикован (*Wireless World*, Dec. 1978, p. 67; Sept. 1979, p. 82).

Средство от износа

Иодная лампа накаливания — остроумнейшее изобретение с точки зрения химии. Как и во всех лампах накаливания, ее нить накала постепенно испаряется, однако пары вольфрама

быстро реагируют с иодом, содержащимся внутри колбы. Получается иодистый вольфрам — соединенное, которое разлагается при высокой температуре: таким образом, как только молеку-

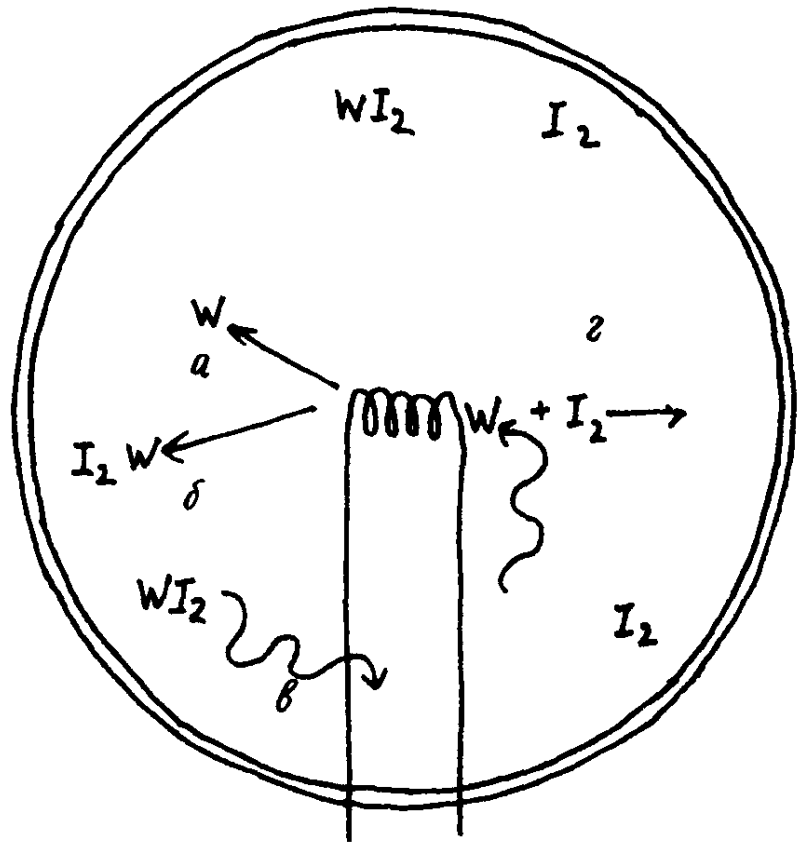
Принцип действия иодной лампы накаливания

а. Атомы вольфрама испаряются с горячей нити накала

б. Атомы вольфрама реагируют с молекулами иода: образуется иодистый вольфрам

в. Молекулы иодистого вольфрама беспорядочно движутся внутри лампы

г. Попадая на раскаленную нить накала, молекулы иодистого вольфрама разлагаются: вольфрам откладывается на нити



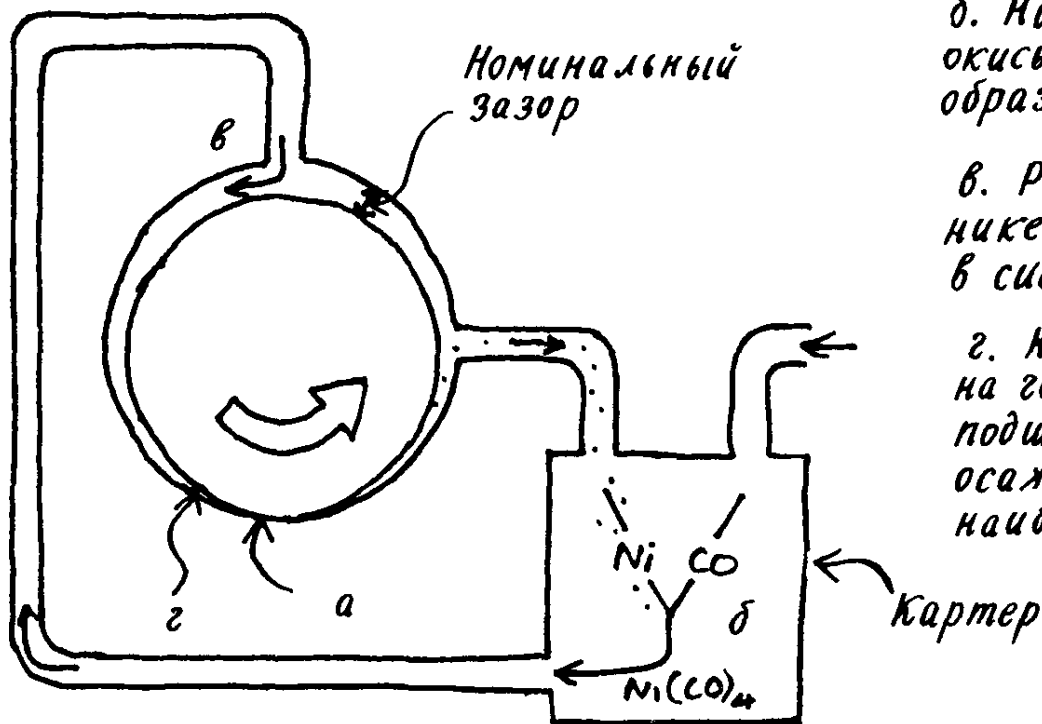
Вечный подшипник на основе карбонила

а. Частицы никеля с трущихся поверхностей уносятся потоком масла

б. Никель реагирует с окисью углерода в картере: образуется карбонил никеля

в. Растворенный карбонил никеля циркулирует в системе смазки

г. Карбонил разлагается на горячих точках подшипника: металл осаждается на участках наибольшего износа



ла иодида попадает на нить накала, на ней осаждается вольфрам. Дедал усматривает в этом изобретении ключ к разработке совершенно нового подхода к созданию самовосстанавливающихся механизмов. Дедал уже давно возмущается тем абсурдным фактом, что, скажем, автомобиль весом в целую тонну обрекается на сдачу в утиль только потому, что его движущиеся части чуть-чуть поизносились, потеряв какой-нибудь грамм металла. Теперь Дедал пытается применить принцип иодной лампы для предотвращения износа трущихся частей. В этой связи он вспоминает о процессе Монда, в котором для получения никеля используется реакция между никелем и окисью углерода, в результате чего получается летучий карбонил никеля. При высокой температуре карбонил разлагается, выделяя никель и окись углерода, которая вновь используется для повторного процесса. Дедал предлагает никелировать цилиндры и подшипники, а выхлопные газы пропускать через картер двигателя. Идея состоит в том, что по мере износа деталей частицы никеля уносятся маслом в картер, где никель реагирует с окисью углерода, содержащейся в выхлопном газе. Образующийся карбонил никеля, циркулируя вместе с маслом, попадает в подшипники и цилиндры двигателя. Сильнее всего разогреваются те поверхности, которые испытывают большее трение, и соответственно они в большей степени подвергаются износу — таким образом, при разложении карбонила никель будет осаждаться именно там, где нужно. Автомобиль станет вечным!

Нет сомнений, что этот принцип нанесет смертельный удар по недалёковидной системе запланированного износа, а конструкторы станут хорошенько думать, чтобы не запустить в производство какой-нибудь неуклюжий агрегат: ведь теперь ему будет суждено служить многие века. Нет, пожалуй, такой конструкции, в которой не пригодился бы предлагаемый Дедалом принцип защиты от износа: это автомобили, самолеты, приборы, станки, которым приходится работать в самых неблагоприятных условиях, и даже швейные машинки. Потребуется только очень точно поддерживать химическое равновесие в системе: если на горячей точке откладывается слишком много металла, то зазор между трущимися деталями чрезмерно уменьшится,

разогрев увеличится и в конце концов детали заклинятся. Поэтому в системе должно присутствовать ровно столько металла, сколько необходимо для поддержания нормальных зазоров.

New Scientist, December 14, 1967

Комментарий Дедала

Не прошло и четырех лет, как предложенный мной принцип самовосстанавливающихся трущихся пар частей был изобретен специалистами, работающими в области смазочных материалов. В одном широко известном типе подшипников на одну из трущихся поверхностей наносится тонкий слой мягкого металла. Рабочие характеристики такого подшипника вполне удовлетворительны, но металлическое покрытие постепенно изнашивается. В 1971 г. сотрудники научно-исследовательской корпорации «Мобил» Дж. Диккерт-мл. и С. Роу сообщили о своих опытах (*Nature Physical Science*, 231, 1971, p. 87) по влиянию ряда добавок к гексадекановой смазке*. В качестве одной из добавок использовался О,О-ди(неопентил)фосфородитиоат золота. Было обнаружено, что это вещество разлагается в точках наибольшего фрикционного нагрева, и образующаяся тонкая пленка металлического золота существенно ослабляет трение. Как пишут сами авторы, «золото преимущественно откладывается на том участке поверхности, который имеет наиболее высокую температуру. По существу, возникает фрикционная пара сталь — золото, и пленка золота постоянно восстанавливается за счет осаждения металла из смазки. Таким образом, достигается равновесие между истиранием пленки и осаждением золота, зависящее от конкретных условий работы трущейся пары частей. В правильно сбалансированной системе процесс самовосстановления продолжается, пока в смазке присутствует надлежащая добавка».

Конечно, золото — слишком дорогостоящая присадка к машинному маслу. Но справед-

* Существуют присадки к смазочным материалам, содержащие медь, которые способны залечивать повреждения трущихся поверхностей (см. [6]). — *Прим. ред.*

ливость предлагаемого принципа можно считать полностью доказанной. Интересно, не придумали ли инженеры фирмы «Мобил» более дешевую добавку к маслу, скажем, на основе свинца, или следующий ход опять за компанией КОШМАР? Существует область, в ко-

торой применение этого принципа может по истине спасти тысячи жизней,— это медицинское протезирование. Например, протезы тазобедренных и других крупных суставов действуют очень хорошо, но вследствие износа и истирания трущихся поверхностей срок их службы ограничен 5—20 годами.

Замороженный умишко

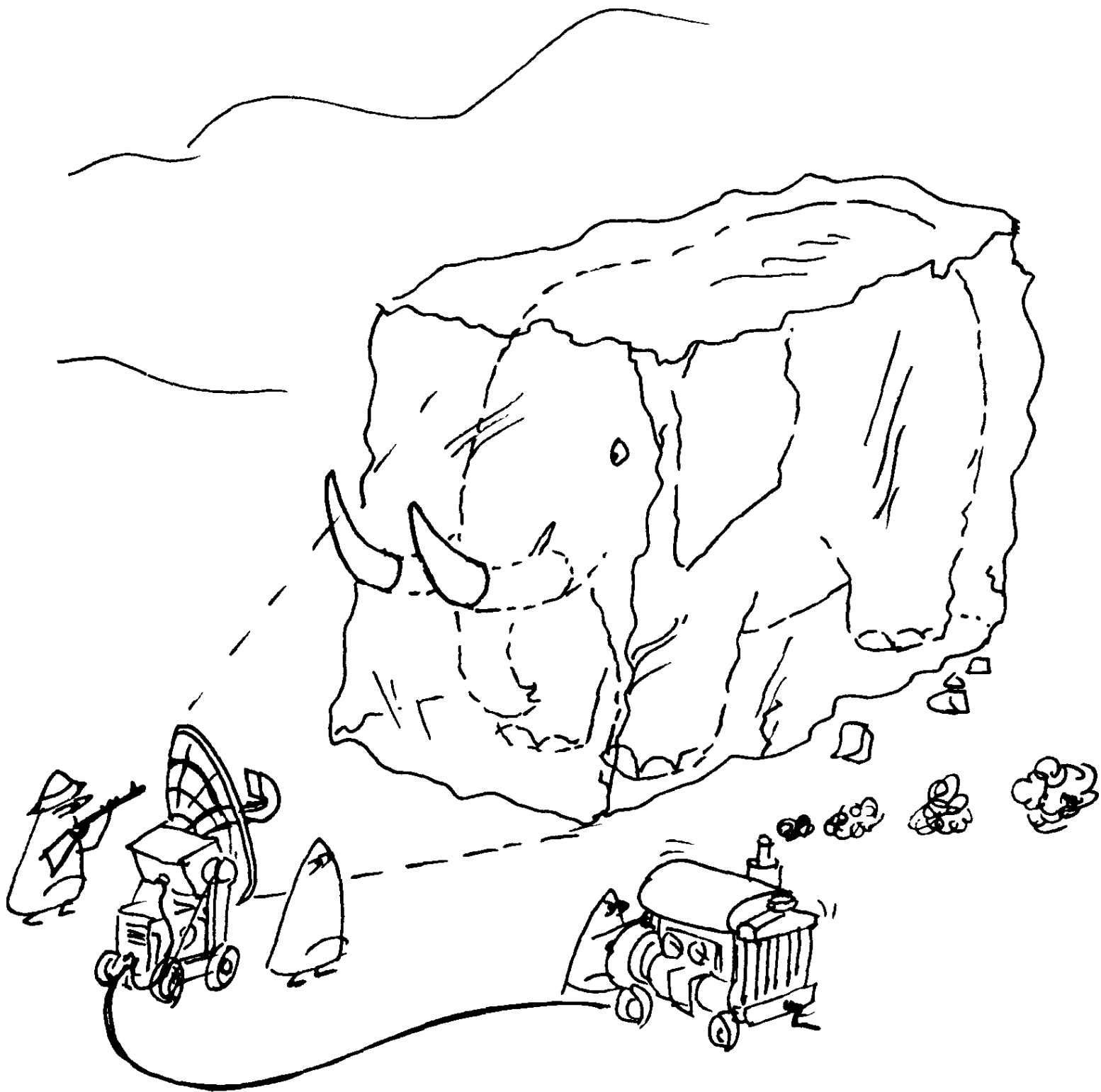
В наши дни некоторые оптимисты завещают, чтобы их тела после смерти были заморожены в жидком азоте, надеясь, что в будущем их удастся разморозить и оживить. Как ни печально, пока это невозможно осуществить, поскольку процессы замораживания и размораживания должны протекать быстро и одновременно во всем объеме тела. Уже сегодня можно произвести равномерное согревание тела по всему объему при помощи индукционного или микроволнового нагрева, однако охлаждение (например, путем погружения в ванну с жидким азотом) происходит только через поверхность тела. Замораживание постепенно распространяется в глубь тела; при этом на границе охлажденной области происходят такие разрушения, как это может случиться в большой и сложной машине, если попытаться ее останавливать по частям. Чтобы избежать этого, необходимо придумать какой-то способ заставить тело отдавать тепло в виде микроволн. Дедал указывает, что именно этот принцип лежит в основе микроволнового лазера (мазера), и предлагает воспользоваться хорошо известным методом протоинного магнитного резонанса (ПМР). Протоны (ядра водорода — основного элемента в составе живой материи) стремятся ориентироваться вдоль силовых линий внешнего магнитного поля. Ориентация против внешнего поля соответствует состоянию с более высокой энергией — при достаточно сильном внешнем магнитном поле разность энергий между двумя состояниями вполне может соответствовать микроволновому диапазону. Что же произойдет, если мгновенно изменить направление внешнего магнитного поля? Все протоны одновременно окажутся ориентирован-

ными против направления внешнего поля. Самое незначительное возбуждение на соответствующей частоте заставит их вернуться в устойчивое состояние (ориентация вдоль поля), что будет сопровождаться генерацией когерентного микроволнового излучения. При этом за счет спин-решеточной релаксации энергия будет отбираться от нагретого тела, температура которого понизится. Такой процесс можно повторять необходимое число раз.

Дедал еще не нашел добровольцев для участия в опытах по микроволновому замораживанию и размораживанию. Свои предварительные исследования он проводит на дождевых червях, которые имеют как раз подходящий размер для его ПМР-спектрометра. Дедал обучает червей завязываться в узел через определенное время после действия электрического импульса. Когда они достаточно натренируются, он подвергнет их мгновенному замораживанию точно в середине этого временного интервала. Решающий эксперимент должен показать, станут ли черви после размораживания выжидать оставшуюся часть интервала, чтобы вновь завязаться в узел.

New Scientist, November 14, 1968

За истекшую неделю в лаборатории фирмы КОШМАР достигнут значительный прогресс. Работая над магнитным мазером для мгновенного замораживания людей, Дедал вспомнил про загадочные находки «быстрозамороженных» сибирских мамонтов, у некоторых из которых во рту даже сохранилась недожеванная жвачка. Дедал усматривает в этом пример действия естественного механизма быстрого заморажива-



Оживление мамонта в Сибири.

ния, который в данном случае, по-видному, является следствием перемены полярности земного магнитного поля (происшедшей, как известно, во время ледникового периода), а также влияния солнечного микроволнового излучения, проникшего сквозь возмущенную ионосферу. Дедал предполагает, что жизненные процессы у этих животных лишь временно приостановлены, и в настоящее время он ведет переговоры о посылке в Сибирь экспедиции, оснащенной микроволновой аппаратурой для

быстрого размораживания, не теряя надежды оживить мамонта. Какой находкой для биологов и специалистов по поведению животных станет живой доисторический гигант с полным набором рефлексов, выработанных еще в каменном веке! Дело, впрочем, может обстоять не так просто: информация в памяти животного хранится, по всей вероятности, в двух видах. Во-первых, как «встроенная» память, представляемая связями между клетками, определенными химическими веществами и т. д. Во-вторых, в виде

нервных импульсов, электрических зарядов и т. д. — «оперативная» память. «Встроенная» память должна спокойно выдержать замораживание, однако оперативная информация почти наверняка будет потеряна, подобно тому как стирается информация в оперативной памяти ЭВМ при ее выключении. Дедал убежден, что жизненно важная информация, касающаяся, скажем, дыхания, сердечного ритма и прочее, хранится во «встроенной» памяти, в то время как рефлексы, воспоминания и другие благоприобретенные навыки, возможно, относятся к области «оперативной» памяти. Если же рефлексы «записаны» во «встроенной» памяти, то возвращенный к жизни мамонт примет участников экспедиции за первобытных охотников и в ярости набросится на ученых. Но если при замораживании память утрачена, то мамонт не сможет ничего вспомнить о своей прежней жизни. С наивностью новорожденного создания он станет считать себя таким же, как и окружающие его люди. Так что подобный эксперимент может иметь большое значение для последующих опытов по замораживанию людей. Дедал подозревает, что гибкая человеческая

память почти полностью состоит из блоков оперативной информации, так что размороженный клиент даже не вспомнит, какие причины заставили его подвергнуться замораживанию!

New Scientist, November 21, 1968

Комментарий Дедала

Впервые замороженные мамонты были найдены в Сибири в XVIII в., исторические сведения можно найти в книге Пфиценмайера «Сибирские мамонты» (Париж, 1939). Радиоизотопное исследование позднейших находок (*Radiocarbon*, 4, 1962, p. 178) показывает, что мамонты пребывали в замороженном состоянии более 39 000 лет. Хорошо сохранившийся экземпляр был найден в 1971 г. и находится в Институте вечной мерзлоты в Якутске. Однако оживлять его пока никто не собирается*.

* Довольно правдоподобная гипотеза о мгновенной гибели мамонта состоит в том, что он попадал в переохлажденную воду и быстро замерзал (см. [7]). О памяти и зонах мозга можно прочесть в статье [8]. — *Прим. ред.*

Радиоастрология

Озадаченный упорным нежеланием астрологии уходить со сцены, Дедал начал размышлять на эту тему. Одно из астрономических явлений, которое, возможно, оказывает влияние на земные дела, — это фоновое космическое микроволновое излучение, постоянно действующее на каждого из нас. О биологических эффектах слабого микроволнового облучения до сих пор идут горячие споры, но Дедал полагает, что даже такая ничтожная доза может повлиять на наиболее чувствительные ткани. Самая же чувствительная ткань — это только что оплодотворенная яйцеклетка, которая, вырастая в материнском чреве в миллиарды раз, многократно усиливает малейшие начальные отклонения. Далее, вследствие обращения Земли вокруг Солнца микроволновой фон испытывает допле-

ровский сдвиг частоты, который максимален в ноябре и минимален в мае. Так что можно предположить, что астрологические корреляции просто сдвинуты на девять месяцев: нужно учитывать не дату рождения, а дату зачатия.

Родившийся в августе был зачат в ноябре, когда интенсивность микроволнового фона максимальна; в мае интенсивность микроволнового фона минимальна, и его действие скажется меньше всего на тех, кто родился в феврале. Как и в обычной астрологии, планеты и их спутники (которые, за исключением, быть может, Юпитера и Луны, дают небольшой вклад в интенсивность микроволнового излучения на Земле) могут оказывать слабое воздействие — так сказать, эффекты второго порядка малости. Однако Дедал в своих рассуждениях идет еще

дальше. Солнце (и вся Солнечная система) обращается вокруг центра Галактики с периодом в 200 млн. лет. Доплеровское смещение, вызванное этим движением, по крайней мере в 10 раз больше, и его периодическое изменение должно зафиксироваться в ископаемых останках растений и животных. Мы живем в период расцвета жизни на Земле. Между тем половину галактического «года» назад жизнь была в упадке: вымирали динозавры и аммониты, в то время как в начале предыдущего витка (200 млн. лет назад) эти существа переживали свой расцвет. Два оборота Галактики назад живые существа на Земле начинали осваивать сушу, а зарождение жизни на Земле произошло, судя по ископаемым останкам, примерно три галактических «года» назад. Не пора ли всерьез заняться микроволновой палеоастрологией? В настоящее время Дедал экспериментирует с морскими свинками, выявляя корреляцию между темпераментом животных и микроволновым фоном, действовавшим на их родителей.

New Scientist, May 31, 1979

Из записной книжки Дедала

Какой физический фактор, действующий с годичной периодичностью, может влиять на личность человека в зависимости от того, в каком месяце он родился? Едва ли это могут быть сезонные климатические изменения, поскольку, во-первых, эти изменения зависят от географической широты и, во-вторых, когда в Южном полушарии лето, в Северном полушарии зима — астрологи же утверждают, что место рождения не играет роли — важна только дата. Другие факторы, скажем, то, что учебный год начинается осенью и ребенок, родившийся в сентябре, начнет учиться раньше, чем его одноклассник, родившийся в мае, тоже должны действовать в Южном полушарии с полугодовым сдвигом по отношению к Северному полушарию.

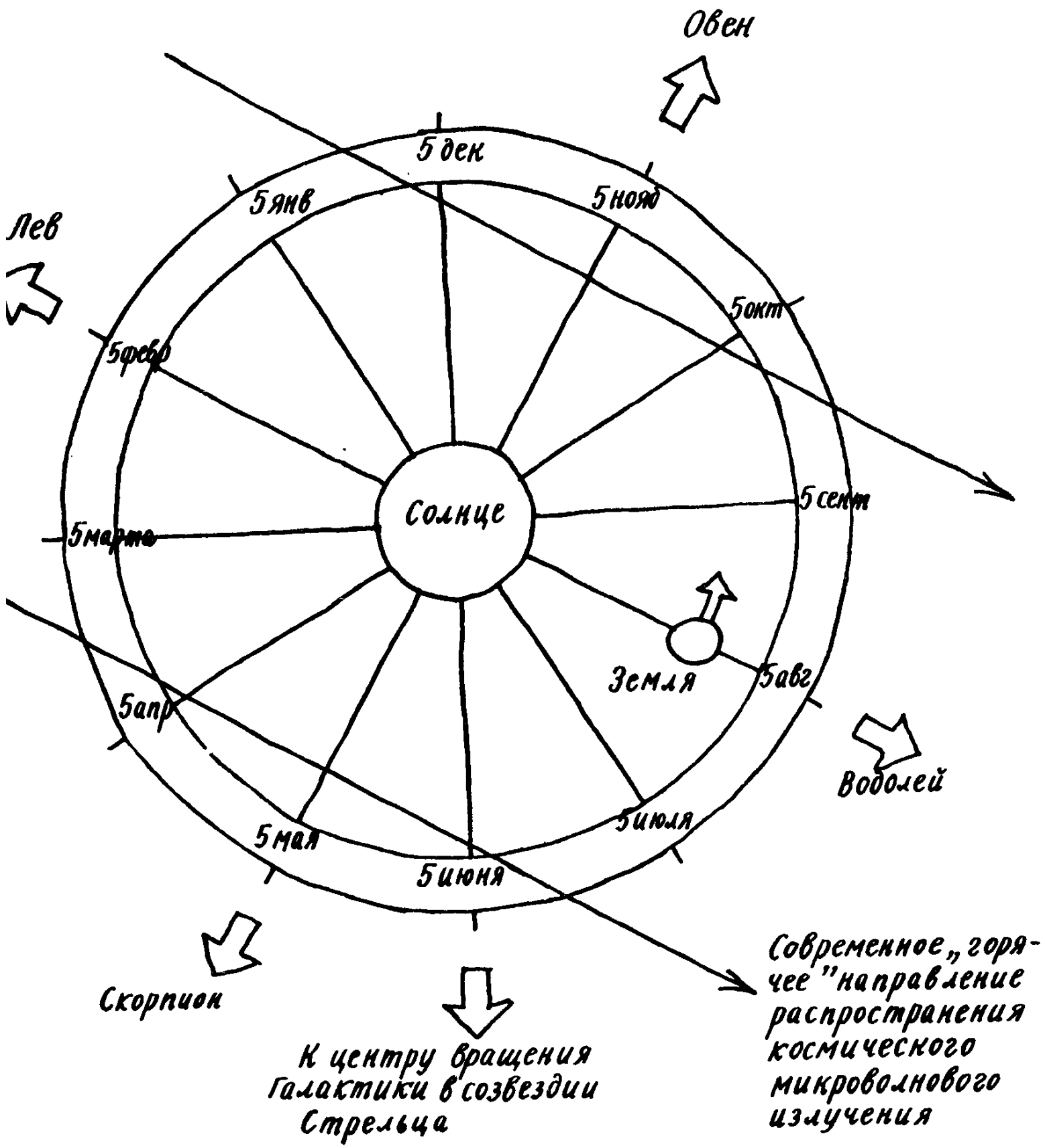
Один из возможных факторов такого рода — космическое фоновое микроволновое излучение, которое исключительно однородно распределено по всему небу и в любом случае

усредняется суточным вращением Земли. Однако интенсивность фонового излучения испытывает сезонные вариации вследствие доплеровского смещения, обусловленного вращением Земли вокруг Солнца. Один из ученых, исследовавших малые вариации микроволнового фона, — Р. Мюллер указывает (*Scientific American*, May 1978, p. 64), что температура этого излучения несколько выше в созвездии Льва и ниже в созвездии Водолея.

Астрологи обозначают месяцы года символами зодиакальных созвездий, в которых находится Солнце, если смотреть на него с Земли. Солнце находится в центре созвездия Льва примерно 5 августа (см. рис.), так что Земля движется прямо на это созвездие примерно 5 ноября. Соответственно интенсивность микроволнового излучения в ноябре выше — при движении навстречу источнику излучения частота его возрастает в силу эффекта Доплера. Наоборот, в мае интенсивность микроволнового фона минимальна, поскольку Земля удаляется от источника излучения. Казалось бы, более естественно проводить корреляции с моментом зачатия, а не рождения, поскольку малые начальные вариации многократно усиливаются в процессе роста зародыша. Однако на практике это предположение трудно проверить.

Но мы можем проверить аналогичный эффект, связанный с обращением Солнечной системы вокруг центра Галактики. Линейная скорость годичного вращения Земли составляет $3 \cdot 10^4$ м/с. Линейная скорость движения Солнечной системы по галактической орбите составляет $3 \cdot 10^5$ м/с, а период этого вращения равен 200 млн. земных лет. Доплеровское смещение фонового излучения соответственно должно быть в этом случае в 10 раз больше, так что в астрологическом плане вариации с периодичностью, равной галактическому «году», должны создавать десятикратный эффект. Как ни удивительно, этот вывод подтверждается археологическими данными.

Если в настоящее время на Земле наблюдается расцвет органической жизни, то к концу мелового периода, 100 млн. лет назад, жизнь на Земле пребывала в упадке: вымирали динозавры, аммониты, многие головоногие и стрекозы. В середине триасового периода (200 млн.



лет назад) эти существа находились на вершине своего развития. Не так уж плох в этом отношении каменноугольный период (300 млн. лет назад), а девонский и силурийский периоды (400 млн. лет назад) — это подлинный триумф жизни: появление первых животных и растений на суше. Дополнительное подтверждение этому можно найти в статье Дж. Палтриджа (*New Scientist*, April 19, 1979, p. 194). На построенном им графике изменения климата отчетливо выделяется период продолжительностью 200 млн. лет, который по своей амплитуде уступает только сезонным (годовым) климатическим изменениям (см., например, [9]. — *Ред.*).

Комментарий Дедала

В статье Г. Эйзенка (*Encounter*, Dec. 1979, p. 85) обсуждаются «космобиологические» эффекты, которые могут лежать в основе астрологических предсказаний. Одним из таких эффектов является наличие фонового микроволнового излучения. Автор ссылается на работу Дж. Нельсона, радиоинженера фирмы RCA, обнаружившего связь между радиопомехами и положением планет. Я решил сослаться на эту работу, рассматривая ее как еще одно доказательство связи между астрологическими соединениями планет и микроволновой гипотезой.

Правда об НЛО

Интерес непознанным летающим объектам, подогреваемый фантастическими фильмами и рассказами «очевидцев», по-прежнему не ослабевает. В связи с этим Дедал решил раскрыть секрет аппарата, созданного фирмой КОШМАР, который, вероятно, породил все эти слухи. Речь идет о летательном аппарате, использующем энергию Солнца подобно модели фирмы «Хьюз эйркрафт», электрический двигатель которой работает от кремниевых солнечных батарей (*New Scientist*, March 9, 1978, p. 659). Первоначально — из соображений получения максимальной площади поверхности — нами была выбрана круглая форма аппарата. Затем, однако, нам показалось разумным снабдить диск пропеллерными лопастями и создавать подъемную силу путем вращения всего «блюдца», сочетая принципы действия вертолета и детской «летающей тарелочки». Чтобы пилот не испытывал головокружения и не был раздавлен центробежной силой при больших скоростях вращения, его кабина не вращается вместе с фюзеляжем.

Подобная конструкция имеет важное новое свойство: весь аппарат, действуя, как маховик, служит аккумулятором энергии. Ведь чтобы подняться в воздух на нашем «туманном Альбионе», любой летательный аппарат, работающий на солнечной энергии, должен пола-

гаться на милость погоды. Только за облаками, километрах в десяти над землей, можно с уверенностью рассчитывать на солнечный свет. Дедал, однако, вычислил, что легкое и прочное «блюдце» из пластика, армированного углеродным волокном, можно раскрутить до такой скорости, что оно сможет подняться на сотни километров ввысь. Раскрученное на стартовой площадке «блюдце» взмывает вверх подобно всем знакомому игрушечному вертолету. Поднявшись выше облаков, аппарат начинает использовать солнечную энергию для движения и маневров, изменяя угол атаки несущих лопастей. При спуске лопасти работают в режиме авторотации, и аппарат накапливает энергию вращения, используя ее затем для набора высоты. (Летчики-испытатели фирмы КОШМАР опускаются ниже облаков лишь на короткое время, чем и объясняется редкость наблюдений НЛО.) При посадке аппарат набирает почти такую же скорость вращения, какую он имел в момент старта, и возвращает энергию пусковой установке. Таким образом, по своей экономичности он не имеет себе равных!

New Scientist, May 4, 1978

Из записной книжки Дедала
Может ли «блюдце» летать на солнечной энергии? Если радиус «блюдца» равен 5 м, то его

площадь составит $A = \pi r^2 \approx 75 \text{ м}^2$. Принимая энергетическую постоянную Солнца равной 1 кВт/м^2 , мы найдем, что от солнечной батареи с кпд = 10% можно получить мощность $P = 75 \times 1 \times 0,1 = 7,5 \text{ кВт}$. Такая мощность позволяет поднимать «блюдец» массой $m = 250 \text{ кг}$ со скоростью $v = P/mg = 7500 / (250 \times 10) = 3 \text{ м/с}$. Чтобы взлететь, «блюдец» в таком случае должно терять высоту при планировании со скоростью, меньшей чем эта величина. Это вполне обнадеживающий результат: хорошие планеры теряют высоту со скоростью 1 м/с и меньше, а детские «летающие тарелочки» вообще спускаются чрезвычайно медленно, поскольку сочетают в себе свойства аэродинамической несущей поверхности и парашюта с гиросtabilизацией.

Какую энергию может запасти вращающееся «блюдец»? Существует стандартная формула для расчета максимального числа оборотов тонкого кольца, при превышении которого происходит разрыв:

$$n^2 = S / (4\pi^2 r^2 \rho),$$

где n — число оборотов в секунду, S — предел прочности кольца, r — его радиус и ρ — плотность. Тогда максимальная кинетическая

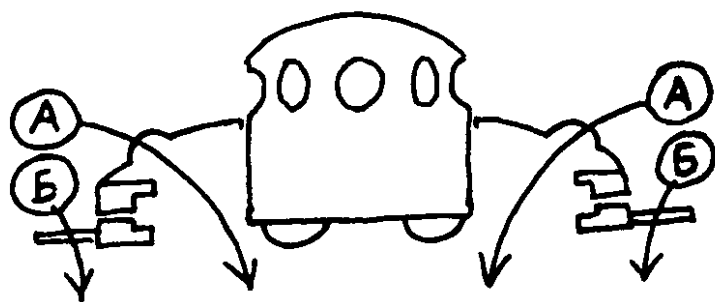
энергия вращения кольца массы M равна

$$E = \frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{2} M (2\pi r n)^2 = \frac{1}{2} M (2\pi r)^2 \cdot S / (4\pi^2 r^2 \rho) = MS / 2\rho.$$

Эта энергия достаточна для подъема кольца на высоту

$$h = E / Mg = MS / 2\rho Mg = S / 2\rho g.$$

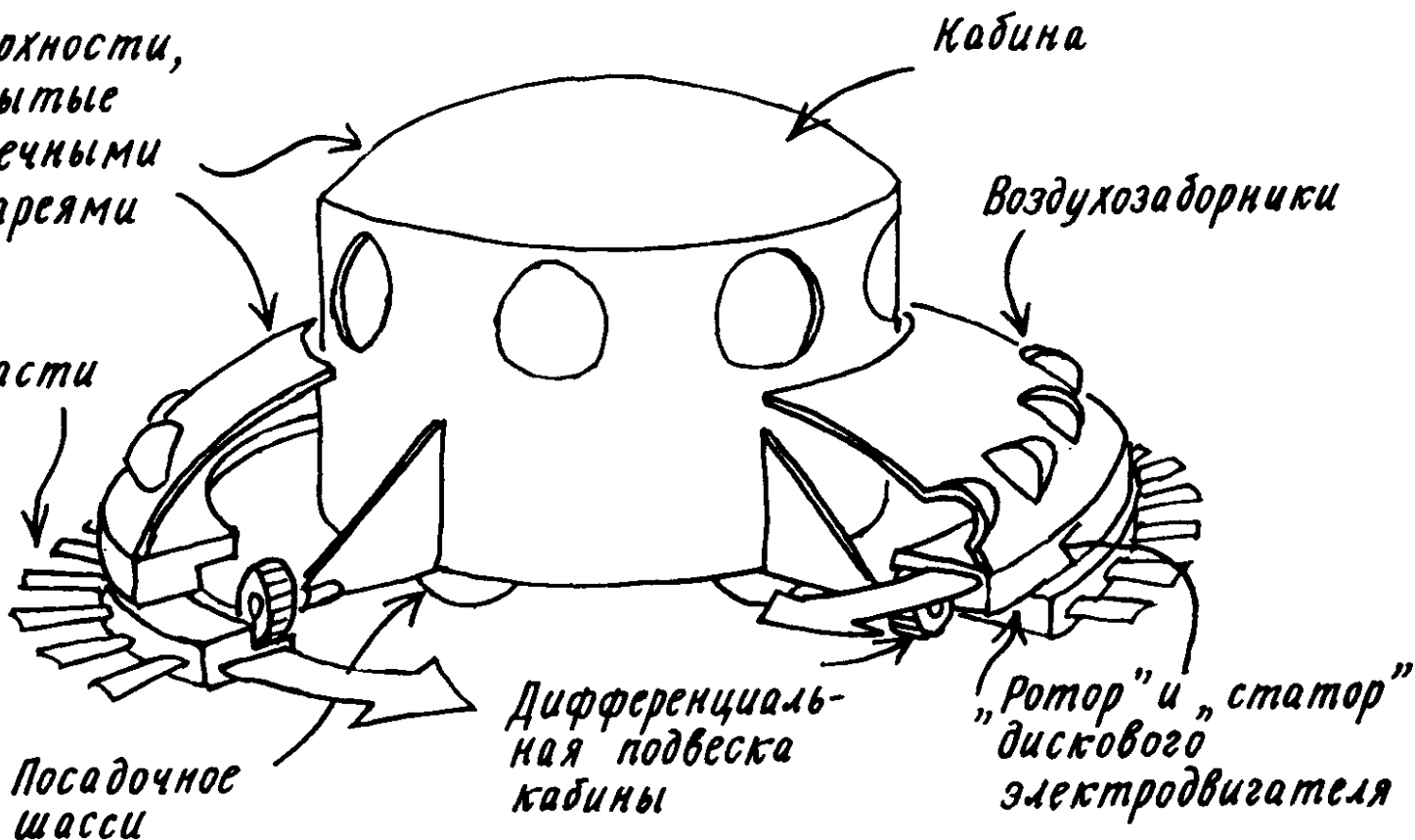
Воздушный поток через «летающую тарелку»



- A. Воздухозаборники создают эффект воздушной подушки
- B. Лопасты создают подъемную силу

Поверхности, покрытые солнечными батареями

Лопасты



Для нашего кольца необходим как можно более легкий и прочный материал, например пластик, армированный углеродным волокном, у которого $\rho = 2300 \text{ кг/м}^3$ и $S = 1,5 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^2$. Тогда

$$h = 1,5 \times 10^{10} / 2 \times 2300 \times 10 = \\ = 3,3 \times 10^5 \text{ м} = 330 \text{ км.}$$

Результат обнадеживает: нам-то необходимо поднять «блюдец» на высоту порядка 10 км, так что в нашем распоряжении имеется тридцатикратный запас, который наверняка покроет низкий КПД, наличие нераскрученной массы и т. д. И вообще складывается впечатление, что вся энергия, необходимая для полета, может быть запасена в виде кинетической энергии вращения «блюдца», а солнечные батареи будут служить лишь вспомогательным источником энергии. (Похоже, что такой «хулахуп» удастся даже вывести на околоземную орбиту, но я не намерен развивать здесь эту идею.)

Технические подробности. Для устранения нежелательных гироскопических эффектов вращательные моменты аппарата должны быть

уравновешены. У наиболее компактной конструкции верхняя часть «блюдца» является статором дискового электродвигателя, а нижняя часть — ротором, вращающимся в противоположную сторону. Центральная часть (кабина) крепится посредством дифференциального механизма и не участвует во вращении. Для питания асинхронного двигателя постоянный ток, вырабатываемый солнечной батареей, придется преобразовать в переменный, но это не представляет большой сложности. Статор может одновременно служить несущей поверхностью типа «летающей тарелочки»; он снабжен воздухозаборниками для создания воздушной подушки. На роторе установлены короткие лопасти с переменным углом атаки, как у вертолета.

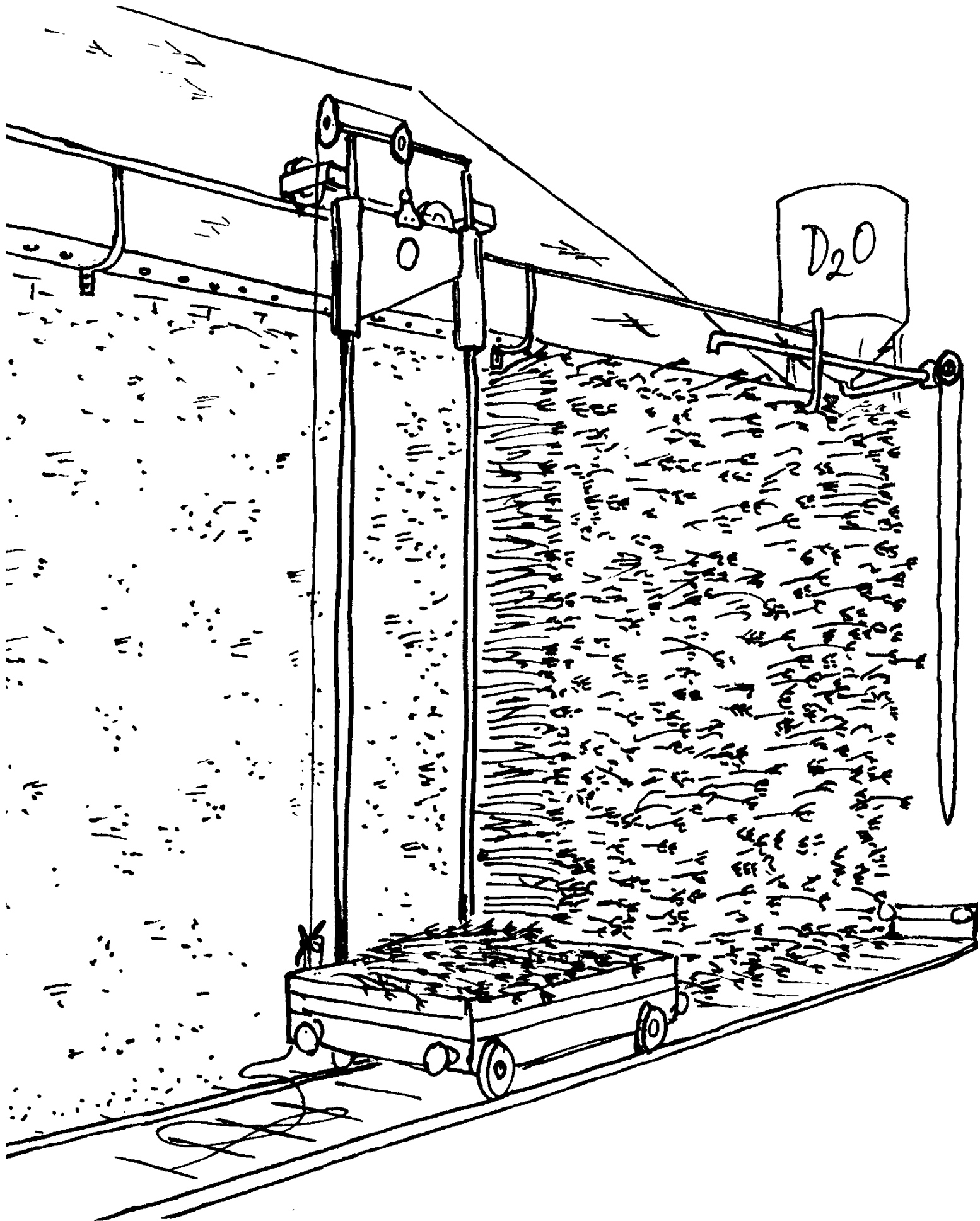
Эти же лопасти, установленные в режиме авторотации, раскручивают аппарат во время снижения — это очень полезное свойство, значительно повышающее экономичность «блюдца». В любом случае, поскольку скорость снижения не может превышать 3 м/с, вынужденная посадка не представляет опасности: «блюдец» само по себе является аварийным парашютом.

Долой рост!

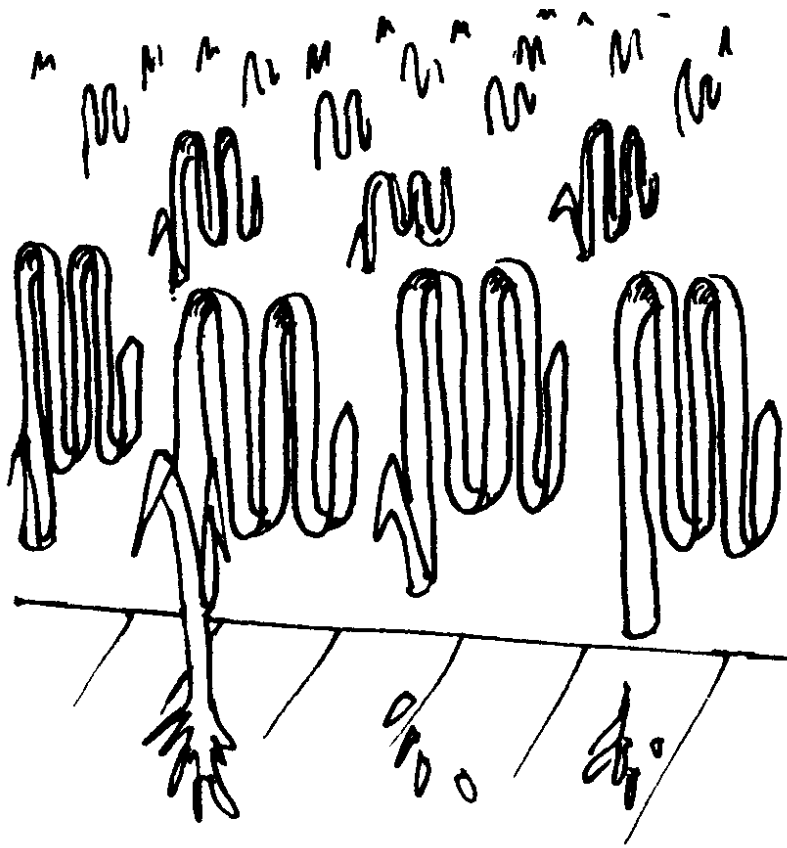
В свое время сельскохозяйственное отделение фирмы КОШМАР занималось выращиванием вьющихся бобов на дугообразных подпорках, надеясь выяснить, станут ли побеги загибаться вниз, к земле. Бобы, однако, упрямо стремились вверх, хотя и испытывали некоторое «замешательство» в высшей точке дуги. Как же растения узнают, где верх, а где низ? Принято считать, что в особых клетках растения имеются твердые частицы (статолиты), которые, оседая под действием силы тяжести, указывают направление вертикали. Дедал проводит опыты по поливу растений тяжелой водой, пытаясь поднять плотность внутриклеточной жидкости настолько, чтобы твердые частицы не оседали вниз, а всплывали. Тогда, полагает Дедал, растение начнет расти вниз, из чего можно

извлечь немалую выгоду. Вначале Дедал видел в этом просто новый способ уничтожать сорняки, загоняя их в землю. Позднее, однако, он осознал возможности, которые открывает применение этого принципа на более поздних стадиях роста. Это откроет путь к созданию совершенно новых растений. К примеру, поливая время от времени фасоль или горох тяжелой водой, можно выращивать их на коротких колышках, которые они станут оплетать то снизу вверх, то сверху вниз. Более того, выращивая деревья соответствующей величины и формы, мы можем сразу же получать деревянные детали, скажем, для изготовления мебели на гнутых ножках.

Сельскохозяйственные специалисты фирмы КОШМАР также проводят опыты по строго



Устройство для выращивания и сбора пшеницы на вертикальной стене.



Периодически подкармливая растения удобрением фирмы КОШМАР, можно ограничить высоту травы, не ограничивая ее роста. Такая лужайка меньше страдает от птиц, поскольку пернатые запутываются в извилах травы.

дозированному применению для полива тяжелой воды, чтобы заставить растения принимать наклонное положение под любым заданным углом к горизонту или даже расти на крутом склоне строго горизонтально. Дедал предвидит создание оранжерей нового типа, в которых растения, культивируемые на полу, стенах

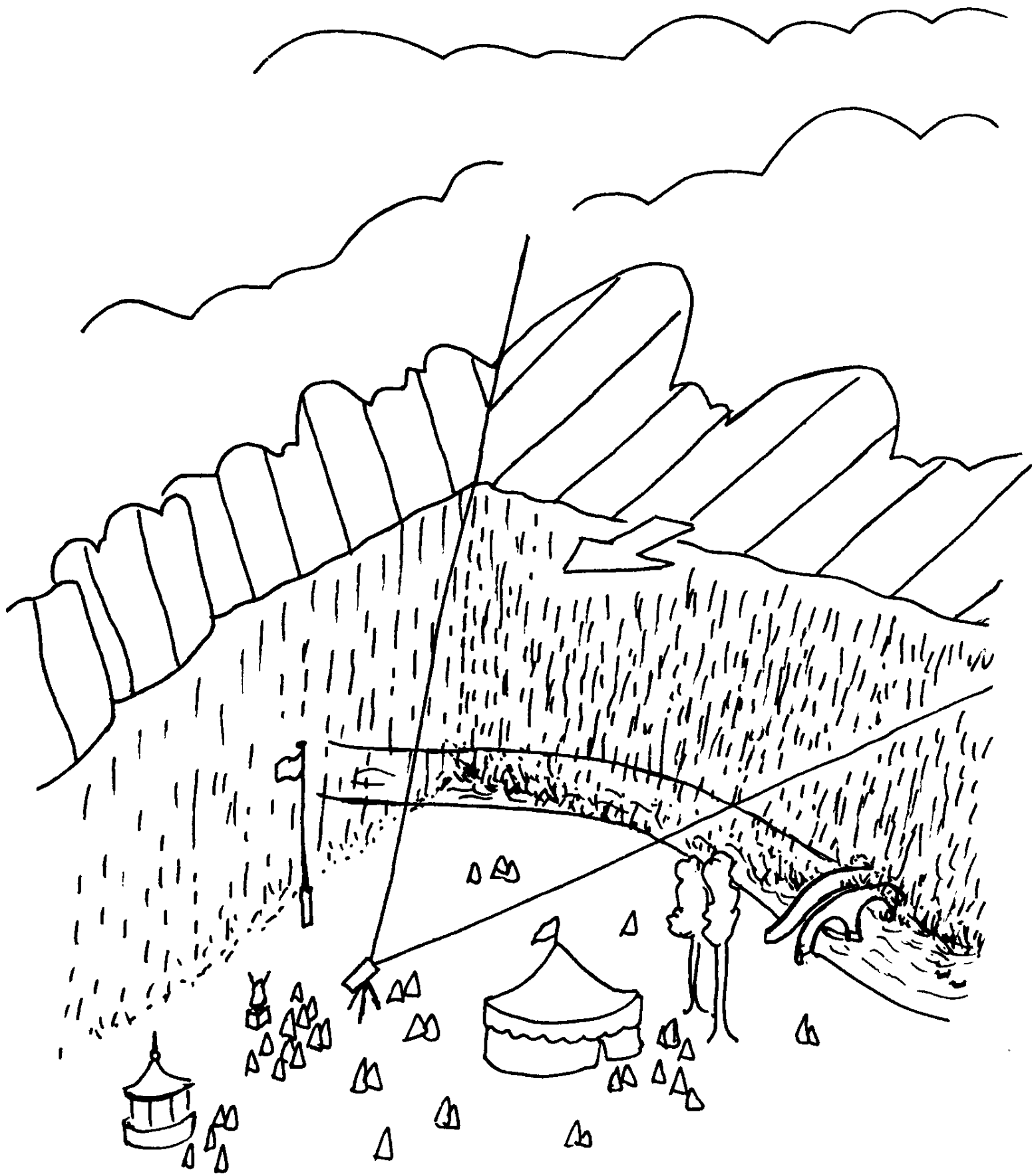
и потолке, будут тянуться к источнику света, расположенному в центре. А для тесных квартир, в которых не хватает места даже для кактусов, фирма КОШМАР предлагает предмет особого шика — зеленый газон на потолке!

New Scientist, January 28, 1971

Лазер против облаков

Как это ни прискорбно, погодные явления (в частности, дождь) до сих пор не подвластны человеку. Даже самые современные методы активных воздействий (например, засев облаков иодистым серебром) не позволяют вызвать дождь точно в заданном районе. Дедал намерен коренным образом исправить существующее положение дел. Он рассуждает так: если выбить электрон из капельки воды, находящейся в облаке, то эта капля приобретет положительный заряд. Выбитый электрон тут же попа-

дет на какую-нибудь соседнюю каплю, которая таким образом получит отрицательный заряд. Под действием сил электростатического притяжения эти две капли сблизятся и сольются в одну. Многократно повторяя этот процесс внутри облака, можно постепенно вырастить капли до такого размера, что они выпадут в виде дождя. Для выбивания электронов из капель естественно было бы использовать фотоэлектрический эффект; по расчетам Дедала, для осуществления этого процесса подойдет



Лазерный генератор погоды в действии.

ультрафиолетовое излучение с длиной волны 100 нм и короче. Нужно заметить, что число капелек в облаке несравнимо меньше числа фотонов в пучке света, так что необходимая мощность излучения не превышает нескольких ватт. Соответственно высокоэффективный «генератор погоды» фирмы КОШМАР представляет собой небольшой лазер ультрафиолетового диапазона, установленный на поворотной турели, что позволит легко направлять его в любую часть неба.

Наконец-то унылый британский климат будет укрощен. Любой фермер сможет выкrontь из тучи порцию дождя по размерам своего поля. При организации на открытом воздухе какой-либо церемонии ее устроители загодя смогут очнстить небо от облаков над местом ее проведения, направляя выпадающий дождь в ближайший канал или водоем. Еще один лазер вырежет в облаках просвет, сквозь который солнечные лучи прольются на площадь, где происходит собрание. Конечно, дыры в облаках будут производить довольно странное впечатление, но они достаточно быстро затянутся. Этот же метод можно использовать для того, чтобы писать на облаках различные объявления, рекламы и т. д., хотя эффект такого зрелища будет сильно «подмочен», когда на собравшихся внизу зевак из облаков неожиданно хлынет ливень*.

New Scientist, December 4, 1980

Из записной книжки Дедала

Согласно теории фотоэффекта, один фотон может выбить из капли один электрон. Это утверждение проверено на практике — вспомним классический опыт Милликена по определению заряда электрона с помощью капе-

* В своих рассуждениях Дедал исходит из ошибочного предположения о нейтральности (незаряженности) капель в облаке. В настоящее время лазеры широко используются для определения атмосферных загрязнений, но при этом не обнаруживается влияния лазерного луча на крупномасштабную конденсацию атмосферной влаги. Водность, т. е. количество граммов сконденсировавшейся воды, обычно меньше, чем получается по расчетам Дедала, и составляет 0,003—0,004 г/м³. — *Прим. ред.*

лек жидкости, заряженных под действием излучения. Первый ионизационный потенциал молекулы воды равен $I = 12,56 \text{ эВ} = 2,0 \times 10^{-18} \text{ Дж}$; соответственно для выбивания электрона из молекулы воды необходим фотон с частотой выше $\nu = I/h = 3 \times 10^{15} \text{ Гц}$ ($h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ — постоянная Планка), что соответствует ультрафиолетовой области спектра: $\lambda = c/\nu = 100 \text{ нм}$.

Какая интенсивность излучения необходима для конденсации паров воды в облаке? Допустим, облако образовалось за счет охлаждения насыщенного водяными парами воздуха от 20°C (плотность насыщающих паров равна 0,017 кг/м³) до 10°C (плотность насыщающих паров равна 0,009 кг/м³). Тогда количество воды, сконденсировавшейся в капли тумана, составит (в расчете на 1 м³ объема) $M = 0,017 - 0,009 = 0,008 \text{ кг/м}^3$. Если предположить, что каждая капелька имеет диаметр 3 мкм (т. е. $r = 1,5 \times 10^{-6}$) и плотность ее составляет 1000 кг/м³, то масса капли равна $m = 4\pi r^3 \rho / 3$, а число капель в 1 м³ облака $n = M/m = 3M/4\pi r^3 \rho = 3 \times 0,008 / 4 \times 3,14 \times (1,5 \times 10^{-6})^3 \times 1000 = 5 \times 10^{11}$.

Каждый фотон излучения, выбивающий электрон из капли, заставляет две капли сливаться в одну, уменьшая общее число капель на единицу. Таким образом, чтобы вызвать слияние всех капель, требуется n фотонов на 1 м³. Иначе говоря, для превращения в дождь S м³ облака в секунду, необходим поток излучения, равный Vn фотонов в секунду. Если энергия фотона равна I , а S принять равным 10⁵ м³/с, то требуемая мощность излучения составит

$$P = CnI = 10^5 \times 5 \times 10^{11} \times 2 \times 10^{-18} = 0,1 \text{ Вт!}$$

Даже с учетом низкой эффективности процесса мощности в несколько ватт заведомо достаточно для обработки огромного объема облака.

Какое количество осадков выпадет в результате воздействия лазера? Предположим, что мы направим плоский пучок излучения шириной 100 м на облако толщиной 100 м и будем перемещать его со скоростью 10 м/с. В та-

ком случае за 1 с луч вызывает конденсацию паров в объеме облака, равном $C = 10^5 \text{ м}^3/\text{с}$ (что как раз совпадает с допущением, сделанным выше), и искусственный дождь выпадает, допустим, на площади $A = 100 \times 1 = 100 \text{ м}^2$. Секундный объем осадков равен $V = CM/\rho$, что соответствует слою толщиной

$$x = V/A = CM/\rho A = 10^5 \times 0,008 / (1000 \times 100) = 0,008 \text{ м/с} = 288 \text{ см/ч.}$$

[Для сравнения укажем, что на широте Москвы ежегодно выпадает осадков примерно 60 см в год.— *Перев.*]

Нетрудно видеть, что подобный искусственный дождь как нельзя лучше подходит для заполнения водой прудов, каналов и т. д. А обеспечив высокую прицельность искусственного дождя, мы значительно облегчим работу пожарных.

Ржавые доспехи

Размышляя о нейтронной бомбе, которая убивает людей, не уничтожая танки и другую боевую технику, Дедал задумался над возможностью создания оружия противоположного вида, которое бы уничтожало бронированные машины, оставляя людей невредимыми. В связи с этим Дедал вспомнил, что механические напряжения существенно понижают коррозионную устойчивость многих материалов. Молекулы, вызывающие коррозию, проникают в микротрещины на поверхности материала и вступают в реакцию на дне трещины, где механические напряжения наиболее значительны, и поэтому материал наименее стоек к коррозии. Совместное действие коррозии и механического напряжения наиболее значительны, и поэтому материал наименее стоек к коррозии. Совместное действие коррозии и механического напряжения углубляет трещину. Заметим теперь, что многие молекулы, вступая в химическую реакцию, заметно изменяются в объеме. Например, диаметр атома кислорода, вступившего в химическую связь с металлом, увеличивается почти вдвое. Химики фирмы КОШМАР заняты поисками газообразных веществ, молекулы которых при вступлении в реакцию увеличиваются в объеме особенно сильно. Попадая в поверхностную микротрещину и вступая на ее дне в реакцию, эти молекулы станут раздвигать края трещины — ведь нет такого материала, который мог бы противостоять силам молекулярного расширения. Это приведет к значительному усилению механических напряжений и, как следствие, к ускорению коррозии — так

что подобные чрезмерно агрессивные вещества уничтожат материал, едва успев попасть на его поверхность. Каждое из боевых химических веществ класса «вдребезггаз» (торговая марка фирмы КОШМАР) вступает в реакцию только с определенным материалом (пластмассой или металлом) и совершенно безвредно для человека.

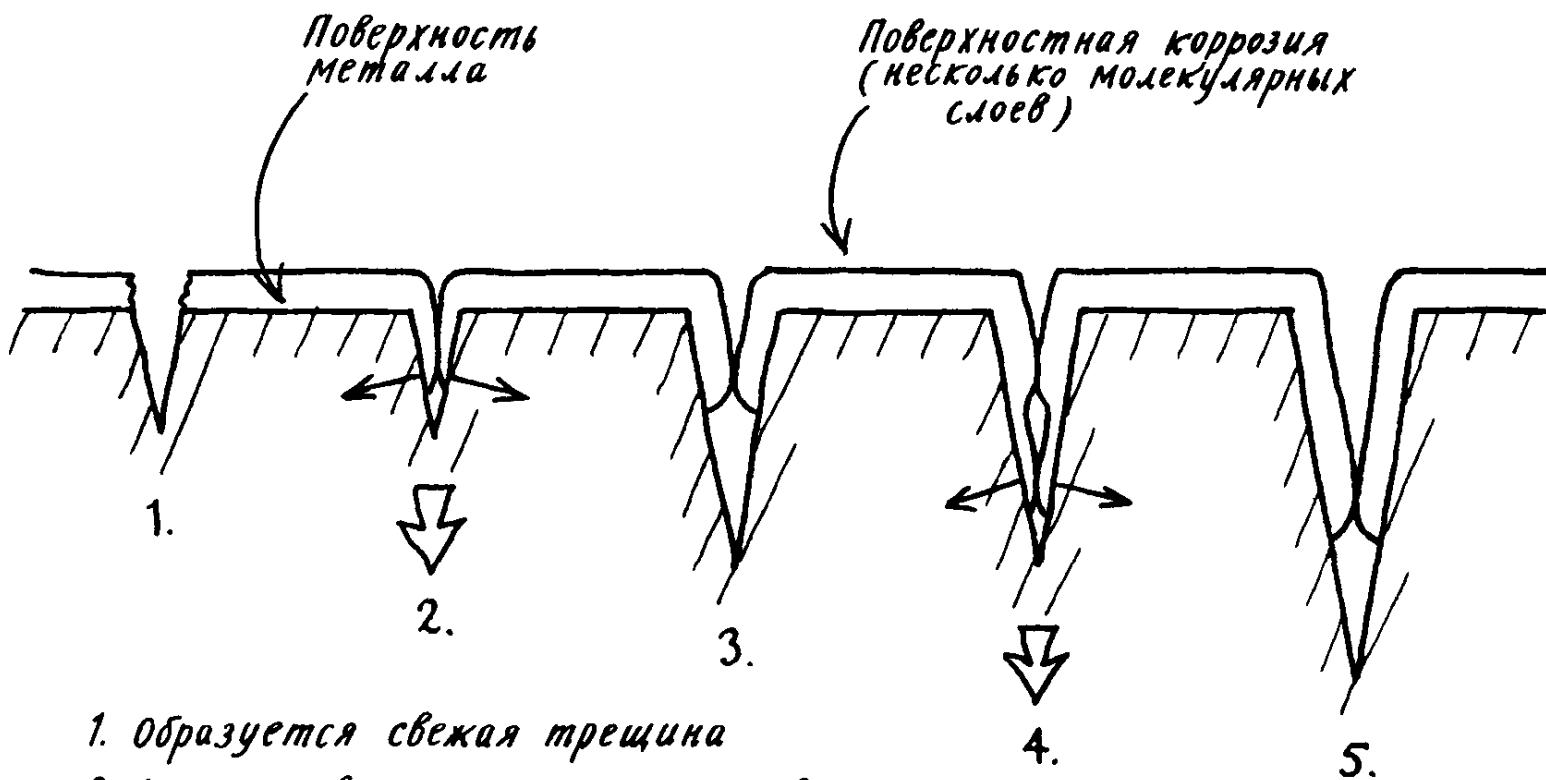
Это гуманиное антиоружие коренным образом изменит характер военных действий. Будет интересно наблюдать действие «вдребезггаза», поражающего стальную броню и превращающего танки в груды ржавых обломков. Более экономичным, однако, скажется применение газа, избирательно поражающего, допустим, медные сплавы (большинство из которых, кстати, особенно подвержено коррозии под действием механических напряжений). Лишившись электронной начинки, военная техника замрет; латуинные гильзы патронов и снарядов рассыплются в прах; исчезнут и знаки различия, и медные пуговицы, и пряжки ремней. Так битва прекратится сама собой.

New Scientist, June 15, 1978

Из записной книжки Дедала

Распространяясь в глубь твердого тела, трещина увеличивает его поверхность, но чтобы трещина распространялась дальше, необходимо поступление энергии. Если в твердом теле существуют механические напряжения, энергия поступает за счет ослабления структурных

Увеличение трещины под действием коррозии



1. Образуется свежая трещина
2. Коррозия внутри трещины раздвигает ее края
3. Трещина углубляется
4. Коррозия, возникая на свежих поверхностях трещины, раздвигает их
5. Трещина углубляется

(На практике процесс скорее непрерывный, чем ступенчатый)

напряжений вблизи образующейся трещины. При небольших трещинах и умеренных напряжениях эта энергия, однако, недостаточна для распространения трещины; поэтому большинство конструкционных материалов в процессе нормальной эксплуатации не склонно к самопроизвольному растрескиванию. Предположим теперь, что мы привлекли дополнительный источник энергии, а именно энергию, выделяющуюся в процессе коррозии. Молекулярный слой (монослой), допустим слой окисла, образуется на поверхности почти мгновенно. Достаточно ли выделяющаяся при этом энергия для разрушения материала?

Величина поверхностной энергии $E_{\text{пов}}$ для большинства металлов имеет порядок 1 Дж/м², например, для железа $E_{\text{пов}} = 1,7$ Дж/м². Плот-

ность железа $\rho = 7900$ кг/м³, молярная масса $A = 0,056$ кг/моль. Тогда 1 м³ железа содержит ρ/A молей вещества, или $N = \rho L/A$ атомов, а в 1 м² поверхности содержится $N^{2/3}$ атомов, т. е.

$$\begin{aligned} M_{\text{пов}} &= N^{2/3}/L = (\rho/A)^{2/3} L^{-1/3} = \\ &= (7900/0,056)^{2/3} \times (6,022 \times 10^{23})^{-1/3} = \\ &= 3,2 \times 10^{-5} \text{ моль/м}^2. \end{aligned}$$

Теплота, выделяющаяся в процессе коррозии железа (т. е. превращения Fe в Fe₂O₃·nH₂O), составляет $\Delta H = -2,7 \times 10^5$ Дж/моль (знак «минус» указывает на выделение энергии). Тогда количество теплоты, выделившейся при образовании монослоя ржавчины на 1 м² поверхности, равно $H_{\text{пов}} = -\Delta H M_{\text{пов}} = 2,7 \times 10^5 \times 3,2 \times 10^{-5} = 8,6$ Дж/м², что в пять раз

больше, чем необходимо для образования 1 м^2 свободной поверхности. Таким образом, если хотя бы пятую часть этой энергии удастся направить на образование трещины, то эта трещина будет самопроизвольно распространяться даже в ненагруженном металле. Если же быстрая коррозия захватывает металл глубже, чем на один атом (как это, скорее всего, и происходит), то с 1 м^2 поверхности выделится еще больше энергии и на образование трещины придется отвести еще меньшую ее долю.

Плотность ржавчины $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ равна 3000 кг/м^3 , тогда как плотность железа составляет 7900 кг/м^3 ; при $n = 1$ объем за счет коррозии увеличивается более чем в четыре раза. Увеличение объема можно сделать еще более значительным, если кристаллизационную воду ($n\text{H}_2\text{O}$) заменить какой-то более крупной молекулой. Слои ржавчины на стенках трещины будут расти, пока не соприкоснутся; дальнейшая коррозия приведет к расклиниванию трещины. Если ржавчина образует k молекулярных слоев на поверхности, то для расширения трещины таким способом потребуется всего лишь $1/5 k$ доли энергии, выделившейся при коррозии. Таким образом, «вдребезггазом» для железа и подобных ему материалов могут служить пары вещества, способного заменить кристаллизацион-

ную воду в ржавчине и значительно увеличить ее объем*.

Комментарий Дедала

Эта идея возникла у меня под впечатлением письма, полученного от фрау Маккланаган из ФРГ. Ее идея состояла в применении инфразвука для уничтожения металлического оружия. Вот что она пишет:

Дорогой Дедал

Пока еще не поздно, пожалуйста, придумай что-нибудь в противовес нейтронной бомбе. Быть может, тебе удастся создать «антибомбу», которая превращает металлы в прах, но оставляет людей невредимыми. Нельзя ли воспользоваться для этой цели результатами работ француза Гавро в области акустики — допустим, настроить звук в резонанс с колебаниями молекул в кристаллической решетке металла?

Я пришел к выводу, что инфразвук не годится для этих целей: во-первых, его частоты лежат совсем в другом диапазоне, а, во-вторых, настроиться на нужную частоту крайне трудно. Но врожденная галантность не позволила мне уклониться от просьбы дамы, и я попытался как можно точнее исполнить ее.

* «Вдребезггаз» является вполне реальным средством понижения поверхностной прочности; этот эффект в 1928 г. открыл советский ученый, академик П. А. Ребиндер (1898—1972): см. [10]. — *Прим. ред.*

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА КОМЕТЫ

Дедал выдвинул теорию происхождения комет, этих загадочных объектов, которые так интересуют астрономов. Кометы движутся по очень вытянутым орбитам (многие из них выходят за пределы Солнечной системы); значительная часть вещества, составляющего хвост кометы, испаряется, когда комета проходит близко к Солнцу, — многие кометы просто исчезают, приблизившись к Солнцу, и тем не менее их число не уменьшается. Откуда же они берутся?

Дедал отмечает, что межзвездный газ — разреженная среда, в которой движутся звезды

и планеты, — составляет основную часть массы Вселенной. Астероид, движущийся по сильно вытянутой орбите, большую часть времени находится вдали от Солнца, в жутком космическом холоде. Стало быть, заключает Дедал, такой астероид играет роль ядра конденсации и постепенно обрастает слоем межзвездного вещества: воды, аммиака, метана и даже водорода. После долгих десятилетий блуждания в глубинах космоса астероид возвращается к Солнцу: вследствие довольно резкого повышения температуры его вещество испаряется и об-

разует хвост кометы, развевающийся в потоке солнечного ветра. Необходимо заметить, что из-за медленного накопления и быстрого уноса массы орбита такого астероида испытывает сильные возмущения. Если астроном, рассчитывая орбиту такого объекта, полагает его массу постоянной, то он непременно ошибется. Когда же объект в расчетное время не появляется в поле зрения, астрономы считают его исчезнувшим, а обнаружив позднее, принимают за новую комету, движущуюся по другой орбите. Таким образом, проблема исчезновения и возникновения комет целиком надуманна. Новые кометы, считает Дедал, — это не что иное, как старые кометы, нарастившие новые хвосты и возвращающиеся по неожиданным траекториям. Более того, заявляет Дедал, не исключено, что существует всего-навсего одна комета. Иногда ее заносит в области, где газ более плотен, — и тогда она возвращается во всем своем «хвостом великолепии», если же она собирает по пути мало вещества, то по возвращении едва заметна. А астрономы заносят ее в каталоги под новыми и новыми именами...

Из этой теории вытекают замечательные следствия. Если кометы действительно выполняют роль космических «венков», подметающих межзвездное пространство и приносящих затем вещество в нашу планетную систему, то с помощью спектроскопического анализа можно узнать, чем наполнены глубины космоса. Значительные размеры и сложный состав комет уже сейчас позволяют предположить, что межзвездный газ существенно плотнее, чем представлялось ранее, и содержит немало любопытных молекул (что подтверждается данными радиоастрономических наблюдений). Дедал горит желанием заполучить образцы межзвездного вещества и с этой целью на основании своей кометной теории разрабатывает проект космического зонда. Любой объект, защищенный в космосе от солнечных лучей, должен охладиться до очень низкой температуры — порядка нескольких градусов выше абсолютного нуля. Космический зонд, сконструированный Дедалом, снабжен гигантским «зонтиком» из металлизированной полимерной пленки диаметром в несколько километров. В тени этого «зонтика» помещен большой надувной цилиндр из

полиэтиленовой пленки, заполненный водородом или гелием под очень низким давлением. На поверхности цилиндра происходит криогенная конденсация межзвездного вещества. Благодаря условиям невесомости создание подобных легких, гигантских надувных конструкций не представляет сложности. Конденсат на поверхности цилиндра образует тончайшую пленку, однако за счет огромной площади поверхности общая масса конденсата станет накапливаться довольно быстро. Медленно вращаясь, надувной цилиндр проходит мимо удерживаемого магнитом вала, который вызывает испарение накопившегося конденсата — последний осаждается на бесконечную ленту транспортера, доставляющего его в накопительные емкости. Судя по имеющимся спектроскопическим данным, основную долю вещества должны составлять молекулы воды, аммиака, метана. На основе этих компонентов можно создать ракетное топливо, так что Дедал собирается использовать часть своей добычи для питания небольших двигателей, осуществляющих пространственную ориентацию космического зонда. В отдаленном будущем космический конденсат, быть может, заменит нефть как сырье для химической промышленности. Для начала, однако, Дедал намерен использовать свой зонд для проверки теории образования комет. Он собирается покрыть космическим конденсатом какой-нибудь астероид и запустить его на соответствующую орбиту, с тем чтобы сравнить поведение искусственной кометы с поведением ее космической сестры.

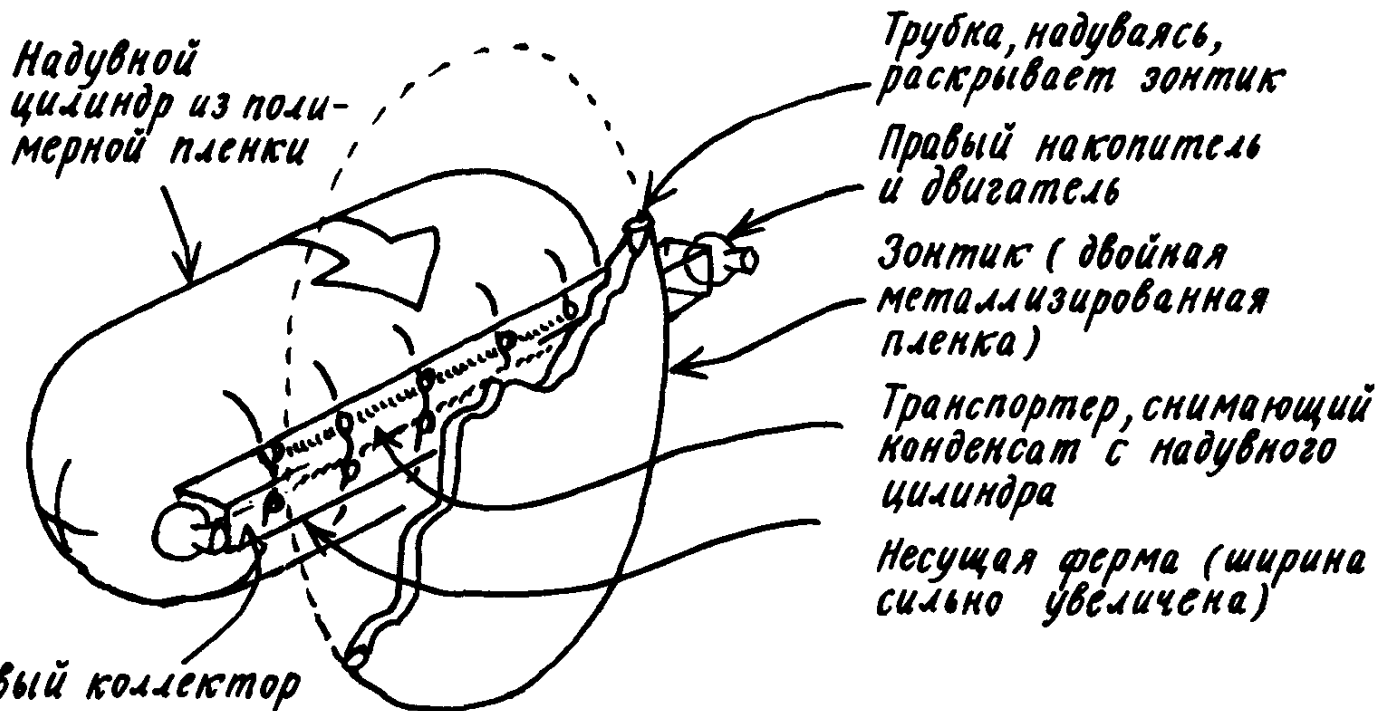
New Scientist, September 2 and 9, 1976

Комментарий Дедала

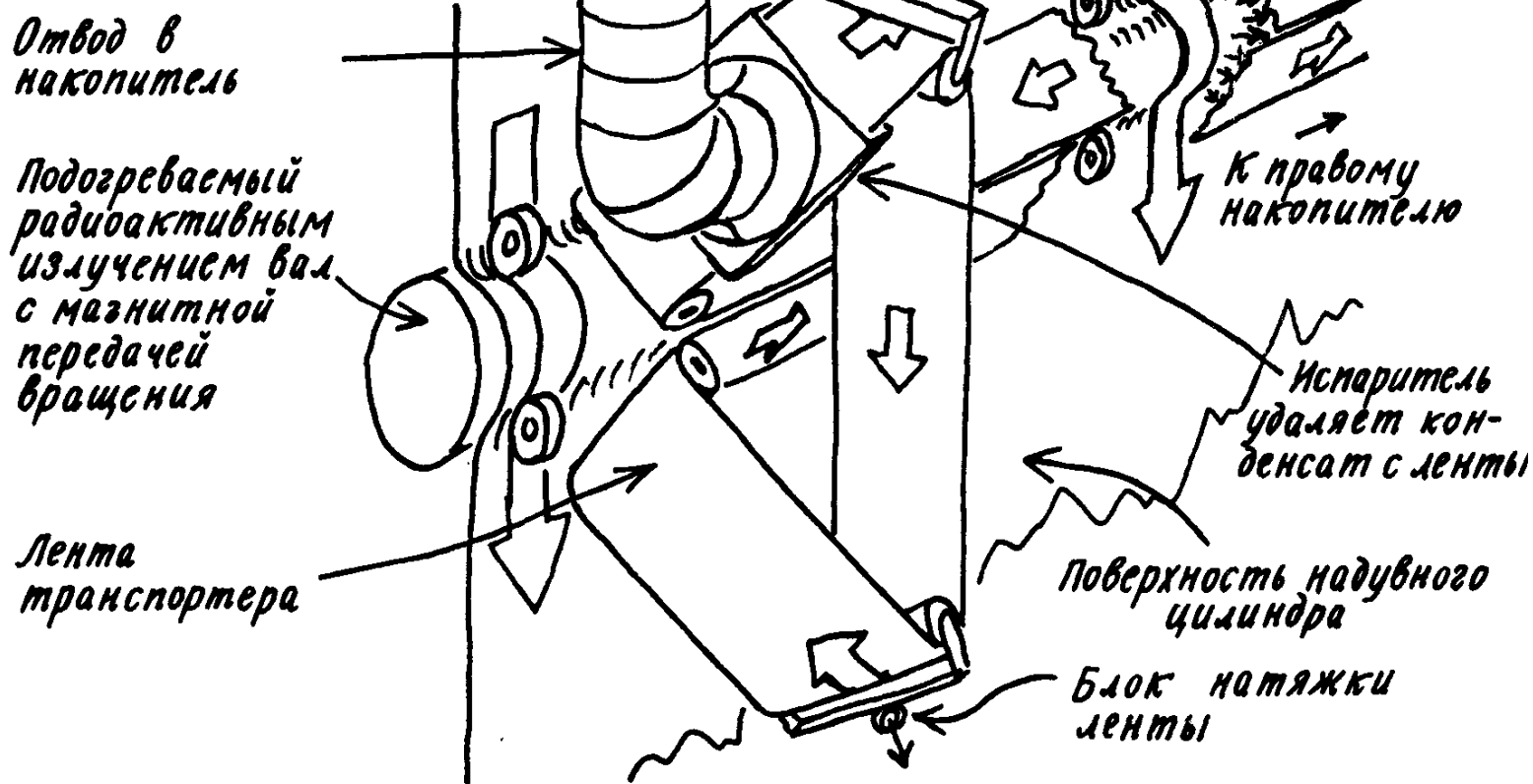
Приятно отметить, что не один я обратил внимание на возмущающее влияние испарения вещества кометы на ее орбиту. Пол Вейсман из Лаборатории реактивного движения НАСА разработал (*Astronomical Journal*, 84, 1979, p. 580) чрезвычайно изящную теорию, учитывающую направление вращения ядра кометы. За счет испарения кометного вещества протяженность проходящего вблизи Солнца участка

орбиты либо укорачивается, либо удлиняется — в зависимости от направления вращения ядра. До сих пор, однако, никто не предложил ана-

логичной теории, которая описывала бы движение кометы вдали от Солнца с учетом увеличения ее массы.



Левый коллектор крупным планом



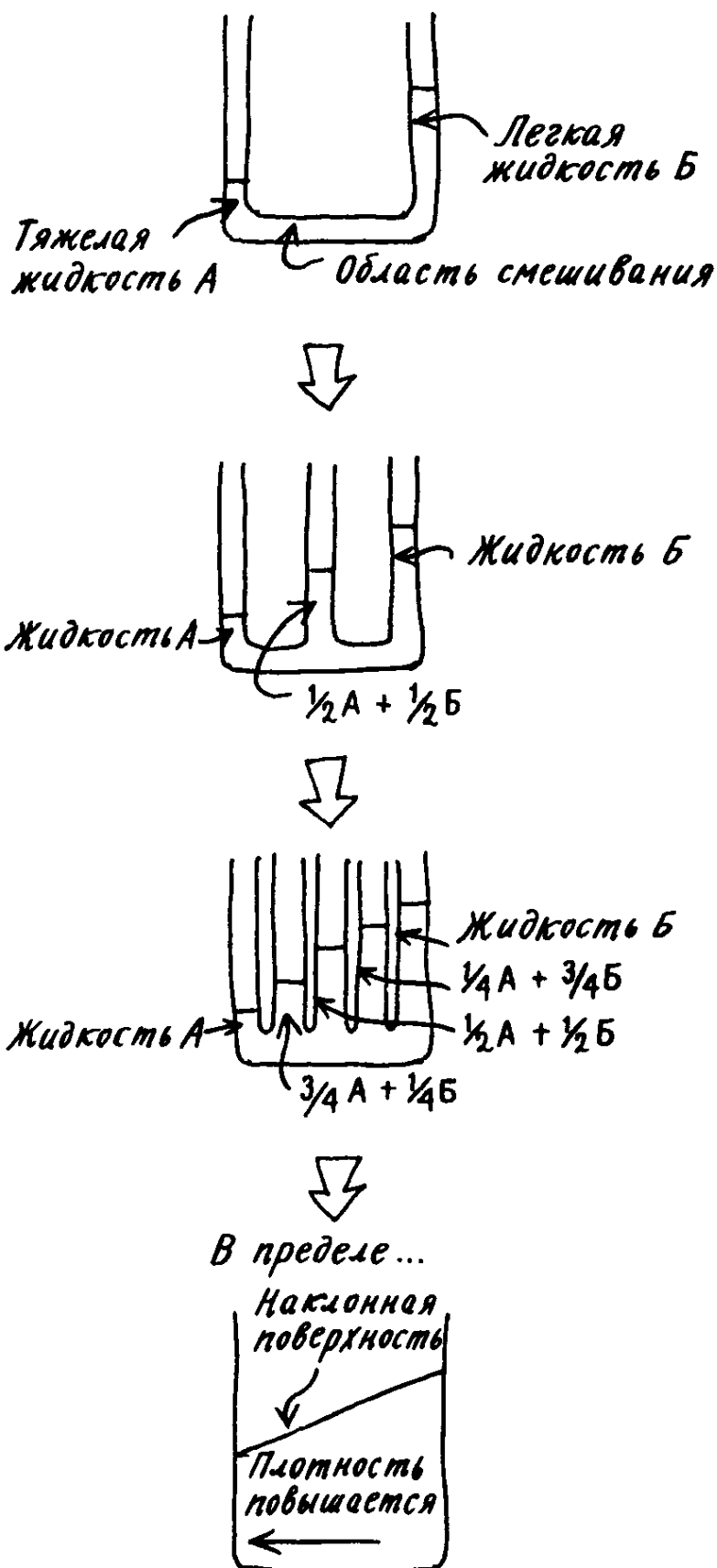
Водяная горка

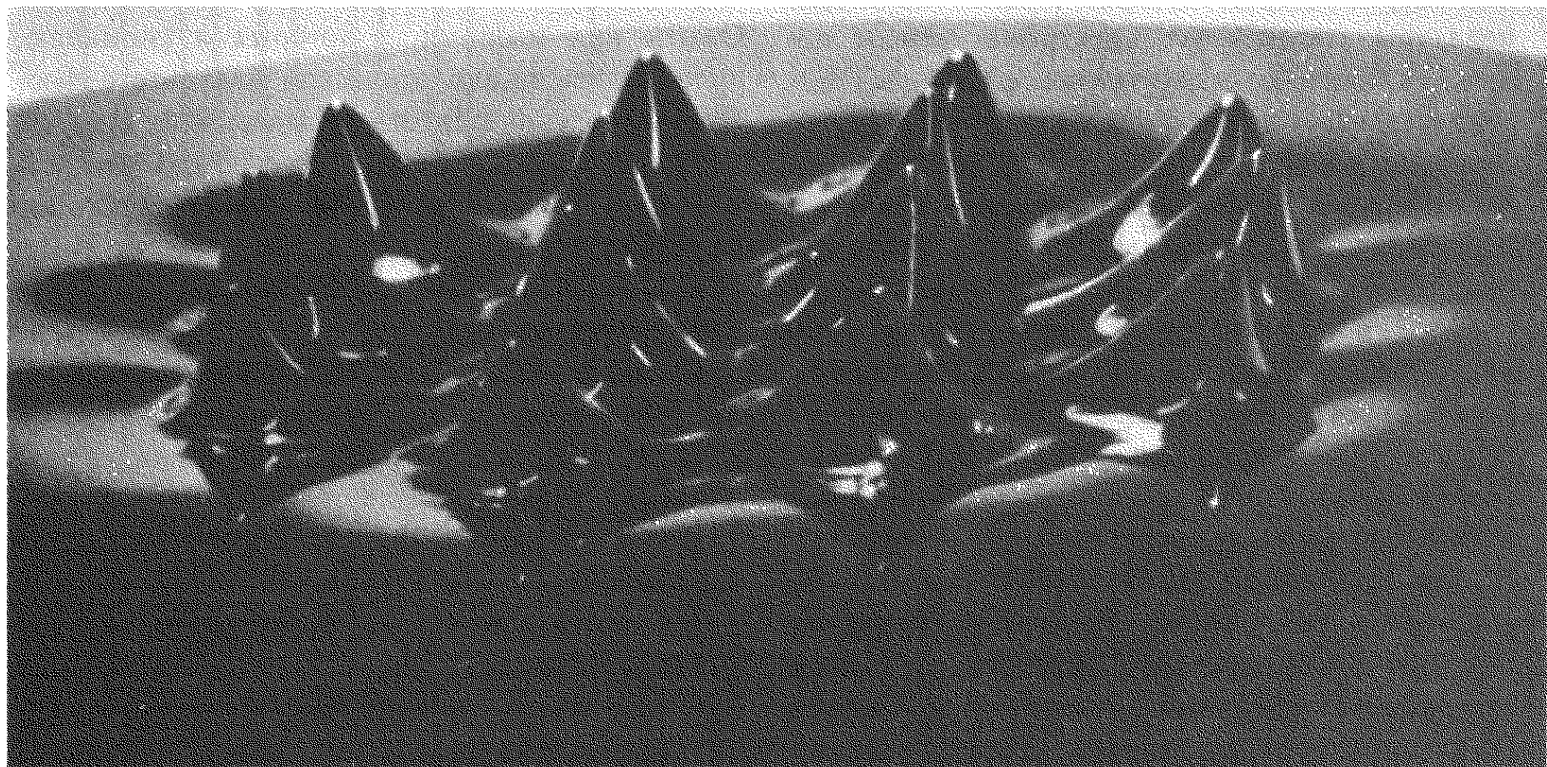
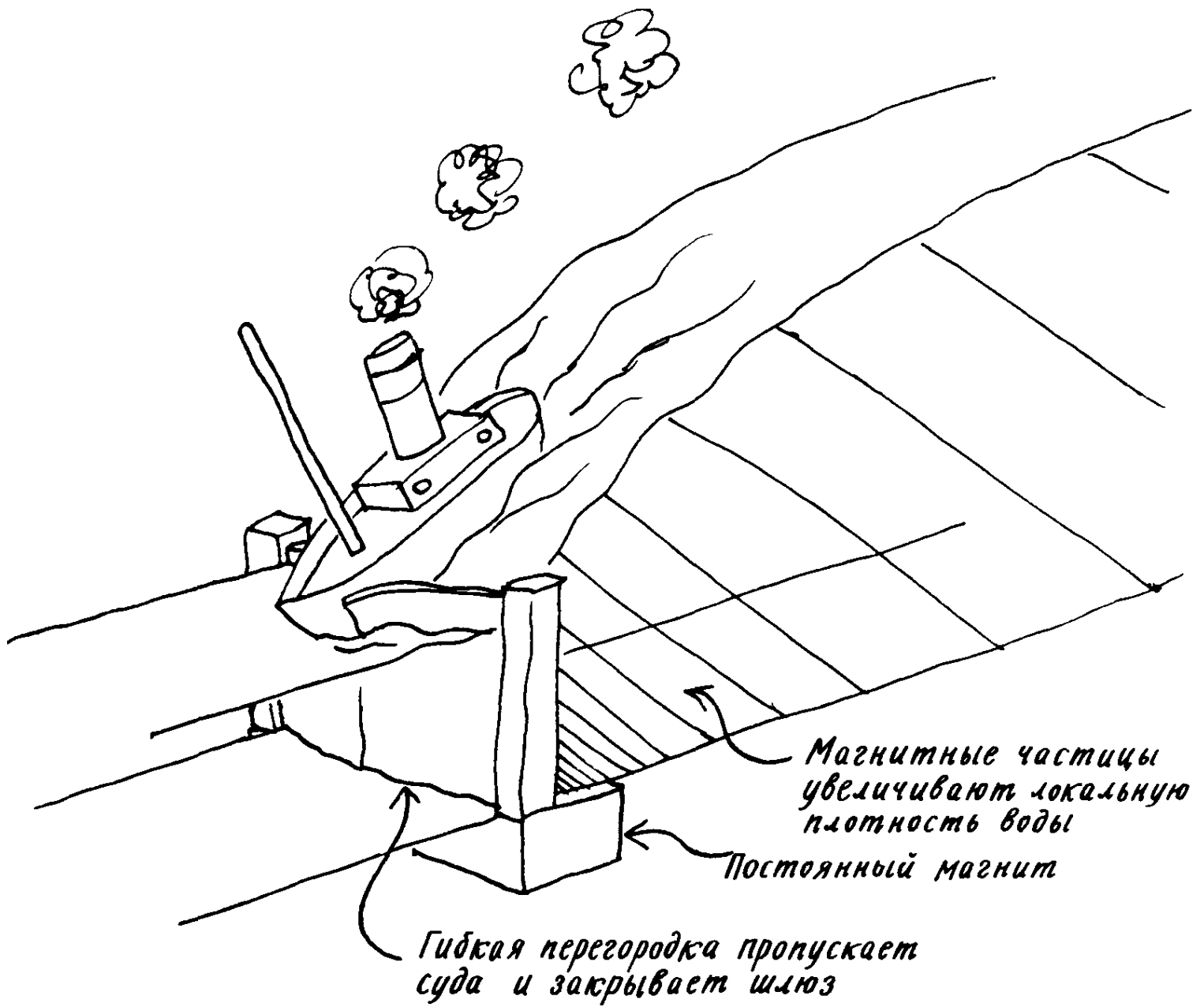
Насколько удобнее стали бы каналы, если бы нам удалось избавиться от шлюзов, обеспечивающих требуемый перепад уровней! Дедал вспоминает опыт с сообщающимися сосудами: если наполнить сосуды жидкостями с различной плотностью, то уровень более плотной жидкости установится ниже уровня менее плотной. Используя жидкости различной плотности, в системе из нескольких сообщающихся сосудов можно получить ступенчатый перепад уровней. В пределе, утверждает Дедал, добившись каким-то образом непрерывного увеличения плотности жидкости, можно получить наклонную поверхность жидкости. Вначале Дедал рассчитывал просто подогревать воду с одной стороны, чтобы за счет теплового расширения уменьшать ее плотность. Однако этот эффект слишком слаб и вдобавок осложнен наличием конвекции. Поэтому Дедал предлагает теперь стабилизировать наклонную поверхность воды, насыщая ее плотными магнитными частицами. Мощные постоянные магниты, установленные у нижнего уровня шлюза, создают требуемый градиент плотности. (Помещая жидкости в магнитное поле, действительно удается наблюдать изменение уровня.) Новые шлюзы обеспечат беспрепятственный проход судов вверх и вниз по каналу, — правда, при входе в такой шлюз судно резко изменит свою плавучесть. Гибкая перегородка будет отделять магнитную жидкость от остальной воды в канале.

Для «водяной горки», придуманной Дедалом, можно найти множество полезных применений. Полезная емкость резервуаров, например, существенно увеличится, если наливать в них жидкость «с верхом». Это избавит нас от необходимости строить новые дорогостоящие водохранилища. Возникнут новые виды спорта — скажем, катание с гор на водных лыжах. Неизвестно только, как отнесутся к «магнитным водоемам» водоплавающие птицы.

New Scientist, September 1, 1966

Из записной книжки Дедала





Колебания уровня магнитной жидкости под действием вертикального магнитного поля сложной структуры. (С разрешения Дж. Поплуэлла и С. Чарльза.)

Дедал — «поздняя птица». Сознательно воспринимать окружающую действительность он начинает лишь часов с десяти утра, хотя «внутренний автопилот» (своего рода особый отдел спинного мозга) позволяет Дедалу создавать видимость деятельности и в более ранние часы. Зависть Дедала к «жаворонкам», способным заниматься полезной деятельностью уже в первой половине дня, может сравниться только с тем чувством жалости, которое Дедал испытывает ко всем, кто вынужден приноравливаться к жесткому режиму службы от звонка до звонка. Дедала интересует, какой механизм обеспечивает связь внутреннего ритма организма с официально принятым гражданским временем. Он подозревает, что его собственный жизненный ритм синхронизирован по радиопередачам последних известий, и пытается проверить это, соединив будильник с магнитофоном, так чтобы эта система записывала передачи новостей и затем воспроизводила их во внеурочные часы. Однако смена дня и ночи или передачи Би-Би-Си не единственные факторы, которые могут управлять чередованием бодрствования и сна. Вполне возможно, что суточные биоритмы чувствительны к изменениям температуры, переменным электромагнитным полям, наличию или отсутствию различных характерных звуковых шумов и т. п. — эти и другие факторы могут играть роль «вреязадающих параметров». В этой связи Дедал вспоминает о недавних экспериментах, в которых суточными биоритмами мышей, обычно подчиняющимися смене дня и ночи, стали управлять при помощи электрического поля, которое изменялось (включалось и выключалось) с периодом 12 ч. При постоянном освещении мыши начинали различать «день» и «ночь» по наличию или отсутствию электрического поля. Дедал надеется, что если аналогичный рефлекс выработать у человека, то он станет идеальным средством для перестройки нашего жизненного ритма. Придуманная Дедалом электрическая кровать оснащена датчиками, которые определят, лежит ли человек на кровати и спит ли он. Во время сна всегда включается электрическое по-

ле, так что через некоторое время пациент начинает связывать наличие поля со сном. Тем временем небольшой компьютер составляет график сна и рассчитывает суточный ритм пациента. Накопив достаточную статистику, электрическая кровать автоматически начинает сдвигать период наличия электрического поля в нужном направлении (например, поле остается включенным с 11 ч вечера до 7 ч утра), и постепенно режим сна пациента приводится к общепринятой норме. Это позволит избавиться от страданий недосыпающих служащих. Электрическая кровать может быть запрограммирована таким образом, чтобы помочь сменным рабочим приспособиться к меняющемуся режиму сна. В портативном варианте (в виде «электрической подушки») таким устройством могут с успехом пользоваться экипажи авиалайнеров, обслуживающие дальние рейсы, и командированные, перелетающие из одного часового пояса в другой ([11], [12]).

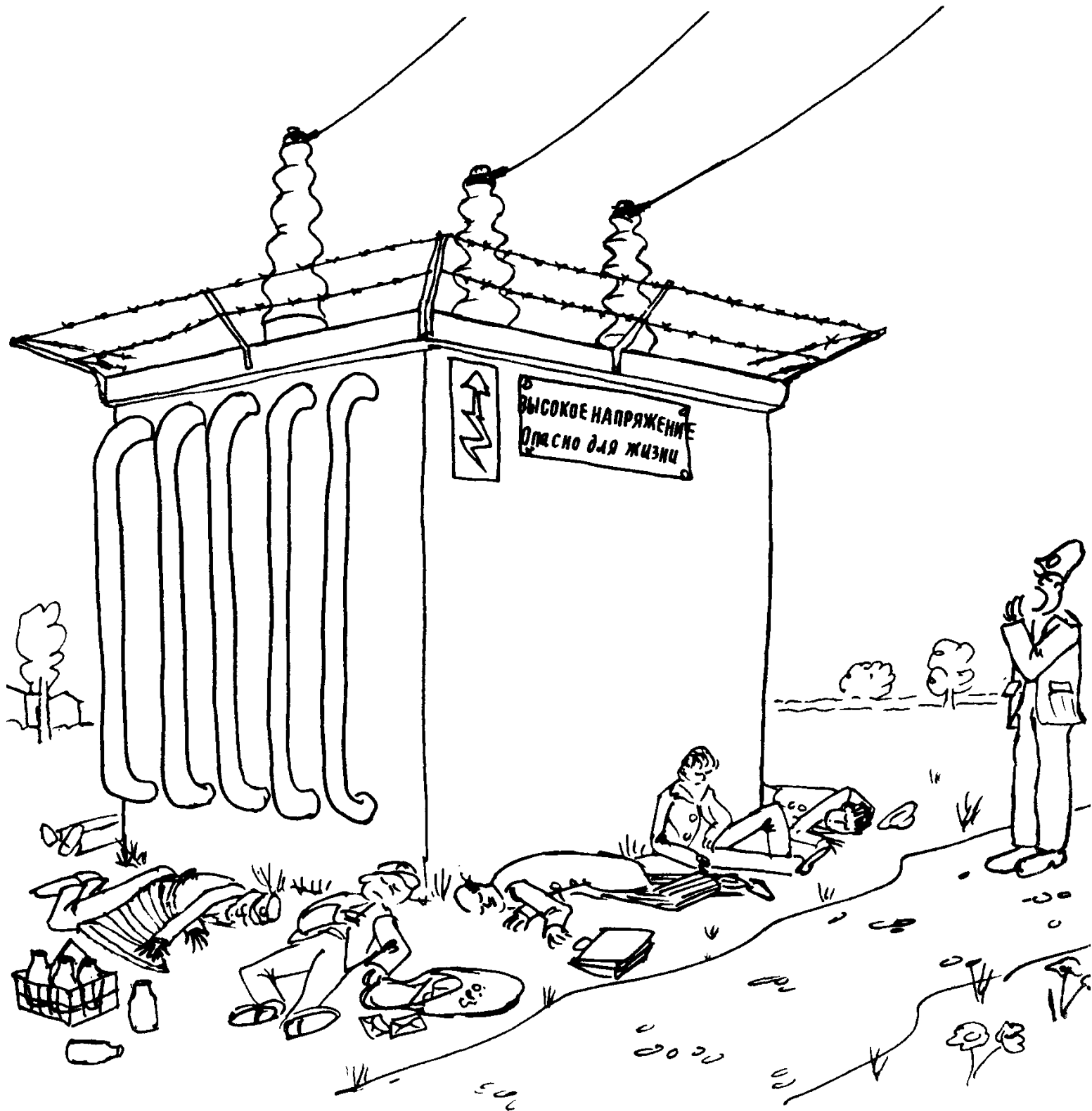
New Scientist, March 15, 1973

Комментарий Дедала

Опыты над мышами, о которых я упоминаю, проводились на биологическом факультете Нью-Йоркского университета (*Nature*, 222, May 10, 1969, p. 564). Со свойственной биологам наивностью авторы подвергали мышей действию электрического поля, повышая с периодом в 24 ч потенциал клетки до 500 В. Находясь *внутри* металлической клетки, мыши почти не испытывали действия электрического поля, которое существовало лишь между прутьями клетки и вдоль стенок. Высокое напряжение на клетке представляло бы смертельную опасность скорее для любителей мышей, если бы им захотелось просунуть в клетку лакомый кусочек для своих подопечных. Тем не менее включение и выключение электрического поля одновременно со светом по суточному циклу выработало у мышей условный рефлекс. Когда свет переставали выключать и клетка постоянно освещалась круглые сутки, мыши начинали

определять смену дня и ночи по наличию или отсутствию электрического поля. В течение всего эксперимента режим сна и активности оставался в фазе с внешним электрическим полем. Любопытно отметить, что не все подопытные мыши подчинялись общему ритму — у некото-

рых из них был заметно выражены сдвиг режима активности по отношению к изменению поля. Так что электрическую кровать, вероятно, придется оснастить каким-то автоматическим устройством, которое учитывало бы индивидуальные особенности пациентов.



Дедал серьезно обеспокоен растущей потребностью в новых телевизионных каналах. Едва ли эта потребность продиктована разнообразием вкусов телезрителей — большинство из них смотрят телевизор точно так же, как смотрели бы в окно вагона или в стеклянную дверцу стиральной машины на кувыркающуюся в барабане белье. Дедал предлагает простой способ сэкономить огромные средства, идущие на строительство новых телевизионных передатчиков и ретрансляторов, и облегчить участь несчастных сценаристов, вынужденных придумывать все новые и новые сюжеты. В этой связи он вспоминает о работе, в которой был проведен статистический анализ поэм Гомера. В этом исследовании полностью игнорировались и сюжет, и общая композиция произведений. Предполагалось, что каждый эпизод в поэмах выбирался автором исключительно произвольно. Похоже, что многие телепередачи в наши дни строятся именно по такому нехитрому принципу: средний, не слишком внимательный зритель все равно не стремится уследить за развитием сюжета.

Дедал приступил к статистическому анализу большого числа телевизионных передач, определяя вероятности переходов от одной сцены к другой. Полученные значения вероятностей вместе с обширной подборкой различных эпизодов вводятся в память ЭВМ. Изобретенный Дедалом «стохастический генератор развлекательных телепрограмм» (СГРТ) на основе этого материала составляет бесконечную последовательность типичных телевизионных шоу по следующему принципу: выбирается сцена из класса «завязок», затем, с учетом статистического веса, происходит переход к случайно выбранной следующей сцене и т. д., пока, опять же случайным образом, не выбирается финал (например, «хэппи энд»). Таким образом, программа, составленная Дедалом, мало будет отличаться от средних убаюкивающих телевизионных передач — неожиданные повороты сюжета и драматические коллизии будут встречаться в ней не слишком часто, поскольку их вероятности малы. Правда, чтобы придать

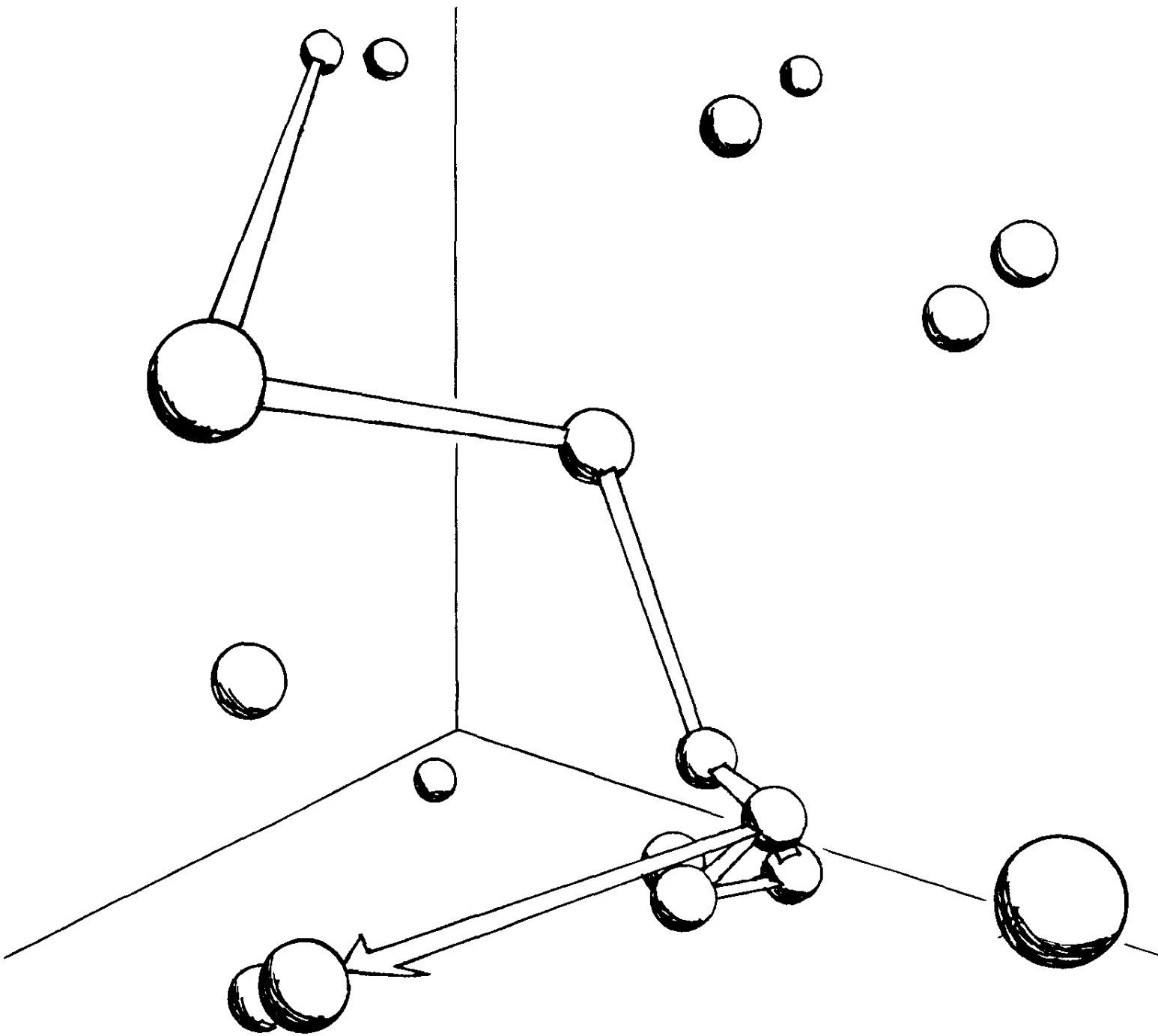
программе внутреннюю логику, придется предусмотреть дополнительные ограничения. Например, движущиеся элементы в каждом эпизоде (люди, автомобили и т. д.) следует выбирать из ограниченного состава реквизита, который если и не постоянен на протяжении всего сюжета, то меняется довольно медленно. Потребуется и некоторое минимальное общее планирование сюжета. СГРТ, имеющий в памяти несколько тысяч эпизодов (каждый из которых допускает как можно больше незначительных вариаций), будет вполне удовлетворительно имитировать обычный телеканал, и его можно выпускать в виде компактной приставки к телевизору. Такие приставки полностью удовлетворяют основную массу невзыскательных телезрителей, а телевизионные центры получают возможность лучше позаботиться о тех немногочисленных ценителях, которые действительно желают смотреть что-то стоящее.

New Scientist, May 20, 1976

Комментарий Дедала

Упомянутый статистический анализ поэм Гомера был проведен в диссертации выпускника Лондонского королевского колледжа П. В. Джоунса «Тематическая структура «Одиссеи» Гомера». Композиция поэмы рассматривается как случайный процесс первого порядка; другими словами, предполагается, что Гомер не учитывал предшествующего развития событий, а выбирал каждый следующий эпизод только на основании возможностей, существующих на данном этапе повествования. Такая модель устного предания не является слишком грубой, и в то же время ее легко рассчитать с помощью ЭВМ. Полученные результаты подтвердили обоснованность подобного подхода. (Нужно отметить, что Гомер все же учитывал предшествующее развитие событий — насколько это было необходимо, — чтобы избежать повторов; компьютер в этом смысле иногда ошибался.)

Статистический анализ и моделирование телевизионных программ не представляют особых принципиальных трудностей. При совре-



Всевозможные телевизионные сюжеты могут быть распределены в многомерном пространстве изображений. Выбрав подходящую размерность этого пространства, сюжеты можно разместить так, что вероятность перехода от одного к другому будет обратно пропорциональна расстоянию между ними в пространстве. Наиболее «ходовые» сюжеты (спортивные, детективные и т. п.) образуют плотные скопления в пространстве изображений; редкие и нетипичные сюжеты представляются изолированными точками. Любая телевизионная программа может быть представлена переходами в пространстве изображений. СГРТ монтирует телевизионную программу, переходя от одной сцены к другой с учетом статистического веса вероятностей перехода: короткие прыжки более вероятны, чем длинные.

менных возможностях вычислительной и телевизионной техники реализовать эту задачу значительно проще, чем десять лет назад. Каждый кадр телевизионного изображения хранится в памяти ЭВМ в цифровой форме, и компоновка телевизионного сюжета может вестись в реальном масштабе времени, причем каждый кадр сюжета монтируется из отдельных блоков, соответствующих основному и побочным планам изображения. Кроме того, существует возможность изменения масштаба кадра, зеркального и негативного преобразования изображения и т. д. Все это позволяет современному СГРТ составить из ограниченного набора отдельных эпизодов такое количество сцен и образов, что

даже внимательный зритель не скоро заметит ограниченность «репертуара» генератора.

Невероятная популярность появившихся в последнее время телевизионных игр позволяет заключить, что даже самый примитивный сюжет может очень долго сохранять свою привлекательность, если зритель имеет возможность вмешиваться в него. Таким образом, позволив телезрителю управлять развитием сюжета (например, регулировать вероятность перехода от одной сцены к другой), мы создадим СГРТ, служащий неиссякаемым источником развлечения даже при весьма ограниченном выборе основных сцен и персонажей.

Карусель для толстяков

Человеческий организм — это совершеннейшая система обратной связи. Он способен поддерживать постоянными температуру и другие параметры при изменении внешних условий в самых широких пределах. Известно, что высокую температуру тела сбивают не охлаждением пациента, а, наоборот, согревая его одеялами и горячим питьем, — точно так же, как залипший термостат можно переключить на охлаждение, поднеся зажженную спичку к его датчику. Этот же принцип можно применить и для регулирования других параметров — например, чтобы помочь тем несчастным, которые, несмотря на самые строгие диеты, не могут избавиться от лишнего веса. Дедал рассматривает ожирение как нарушение нормальной функции какого-то внутреннего «весостата» и пытается понять, каким образом человеческий организм измеряет собственный вес. Вначале Дедал ратовал за поиски анатомических «датчиков веса» в пятках и ягодицах, определяющих весовую нагрузку у стоящего и сидящего человека, однако теперь он пришел к выводу, что здесь действует более общий механизм обратной связи. Поэтому любая искусственная перегрузка, увеличивающая ощущение тяжести, должна переключить

«весостат», вызывая тем самым тенденцию к похудению.

Естественно было бы применить для этих целей центробежную силу. В технике уже хорошо отработаны конструкции больших центрифуг и вращающихся ресторанов, так что нет серьезных препятствий к созданию вращающихся санаториев, в которых за счет центробежной силы вес пациента будет увеличиваться, скажем, в полтора раза. Нет сомнения, что такая перегрузка, действующая достаточно долгое время, приведет к желаемым результатам. Для создания соответствующего ускорения на расстоянии 50 м от оси вращения конструкция должна совершать всего-навсего четыре оборота в минуту; чтобы сила тяжести при вращении всегда была перпендикулярна полу, каждую палату можно установить на качающемся подвесе. Для тех, кто предпочитает худеть, не прибегая к услугам санатория, Дедал разрабатывает вращающееся обеденное кресло, в критические моменты уменьшающее аппетит.

Из этих рассуждений вытекает неожиданное следствие, касающееся опасности, которая может угрожать космонавтам, длительное время находящимся в условиях невесомости. Их

ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ САНАТОРИЙ

Параболическая ферма

Тяговые
двигатели



Кольцевой
подшипник



КАТАЛКА

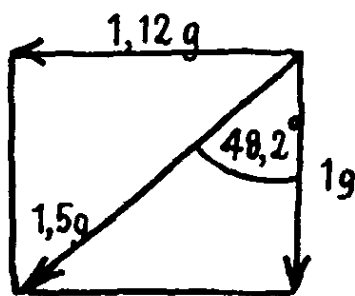
(помогает пациентам
противостоять кориоли-
совой силе при
передвижении)

внутренние весостаты переключатся на «повышение», так что за время полета, скажем, к Марсу они успеют изрядно поправиться.

New Scientist, February 15, 1968

Из записной книжки Дедала

Медики утверждают, что любой человек, вес которого превышает норму на 10% и больше, должен лечиться. Таким образом, чтобы организм автоматически начал избавляться от лишнего веса, кажущийся вес придется увеличить не менее чем на 10%; иначе говоря, ускорение «силы тяжести» в центробежной клинике должно составлять по меньшей мере $1,1g$. Человек с трудом переносит ускорение в $2g$, поэтому разумно ограничиться величиной $1,5g$. По обычному правилу сложения векторов нетрудно определить, что горизонтально направленная центробежная сила должна создавать в таком случае ускорение в $1,12g$; при этом результирующий вектор ускорения, равный $1,5g$, будет направлен под углом $48,2^\circ$ к вертикали. Центробежное ускорение равно $a = r\omega^2 = 1,12g = 11 \text{ м/с}^2$, отсюда получаем, что при радиусе $r = 50 \text{ м}$ конструкция должна вращаться с угловой скоростью $\omega = \sqrt{11/50} = 0,47 \text{ рад/с} = 4,5 \text{ об/мин}$. Не так уж быстро!



Удобнее всего спроектировать санаторий в виде длинного параболического коридора — так, чтобы в любой точке «сила тяжести» была направлена перпендикулярно к полу и воз-

растала по мере удаления от оси вращения. Тогда мы сможем перемещать пациентов в области с различной силой тяжести, исследуя возникающие при этом терапевтические эффекты. Вход в санаторий можно устроить внутри пустотелой центральной оси, чтобы обслуживающий персонал мог свободно входить и выходить, не останавливая вращения конструкции (вспомним, как осуществляется подача боеприпасов во вращающуюся орудийную башню). Строительство такого санатория обойдется недешево, но, учитывая, что сотни миллионов долларов ежегодно расходуются впустую желающими похудеть, новый эффективный способ лечения должен окупиться очень быстро.

Комментарий Дедала

Идеи, выдвинутые в этой заметке, вскоре получили реальное подтверждение. Менее чем через месяц после публикации американский журнал *Time* (March 8, 1968, p. 52) сообщил о проводимых экспериментах над крысами, которые при длительном пребывании во вращающейся центрифуге начинали терять в весе. Упомянулось также, что после продолжительного космического полета у космонавтов заметно увеличивается вес.

Позднее я узнал, что еще до меня физиологи выступали с аналогичными предложениями. Д-р Р. Пассмор описывает (*Penguin Science Survey B*, 1964, p. 144) опыты, которые проводил Чарльз Доддс, позднее ставший ректором Королевского медицинского колледжа. Доддс пытался увеличивать вес животных и людей свинцовыми грузами, а затем понижать вес, поднимая своих пациентов на воздушных шарах и наблюдая, как это влияет на потребность в пище и на собственный вес тела. Он сообщает, что единственным результатом подобных экспериментов было то, что коллеги-медики усомнились в его психической полноценности. К счастью, я уже не опасаясь этого...

Автомат-поддакиватель

Любой разговор между людьми обычно сопровождается мимическими движениями. Именно посредством мимики говорящий показывает, что он закончил свою реплику или что он ожидает ответа. В разговоре по телефону аналогичные знаки подаются голосом: «mmm», «угу» и т. д. В важности этих звуков нетрудно убедиться — стоит лишь перестать произносить их. Уже через несколько секунд ваш собеседник забеспокоится: «Алло, ты слышишь меня?» Только человек с сильной волей или большой себялюбец может говорить в немую трубку на протяжении целой минуты, прежде чем заподозрит неладное. Дедал часто оказывается жертвой бесконечно утомительных телефонных монологов. Поэтому он поставил перед психологами фирмы КОШМАР задачу расшифровать код телефонных междометий, чтобы получить возможность имитировать его с помощью ЭВМ. Электронное устройство будет улавливать вербальные сигналы (например, восходящую интонацию в конце вопросительного предложения) и откликаться соответствующими репликами («да-да», «конечно», «неужели?» и пр.), чтобы не вызывать беспокойства у собеседника, который тем самым получает возможность говорить, сколько ему вздумается, не отрывая людей от дела. В тех случаях, когда компьютер не в состоянии дать подходящий ответ, он обращается за помощью к человеку или включает запись громкого шипения, скрежета и прочих телефонных сюрпризов, заглушая нечленораздельный ответ. Дедал предвидит огромный спрос на это устройство. Единственный его недостаток — это опасность того, что два таких устройства, подключенные на обоих концах телефонного канала, окажутся втянутыми в бесконечные, бессмысленные и дорогостоящие переговоры.

В «поддакивательном автомате» скрыты также немалые творческие возможности. Подавая ободряющие звуки в наушники, он будет способствовать внутреннему раскрепощению дикторов радио и тех, кто работает с диктофоном, — пока что им приходится говорить в бесстрастный микрофон. Большинство

гениальных идей рождается у Дедала, когда он разговаривает с друзьями, ничего не понимающими в его проблемах: благожелательная аудитория помогает развивать концепции, которые в иных условиях остались бы подавленными. Несколько поддакивательных автоматов будут установлены в лабораториях фирмы КОШМАР для сотрудников, желающих обсудить свои проблемы, высказать блестящие, но сомнительные идеи, не разглашая их, и даже поворчать на начальство. Нет сомнения, что участливые автоматы заметно улучшат моральный климат в отделах фирмы.

New Scientist, March 14, 1974

Комментарий Дедала

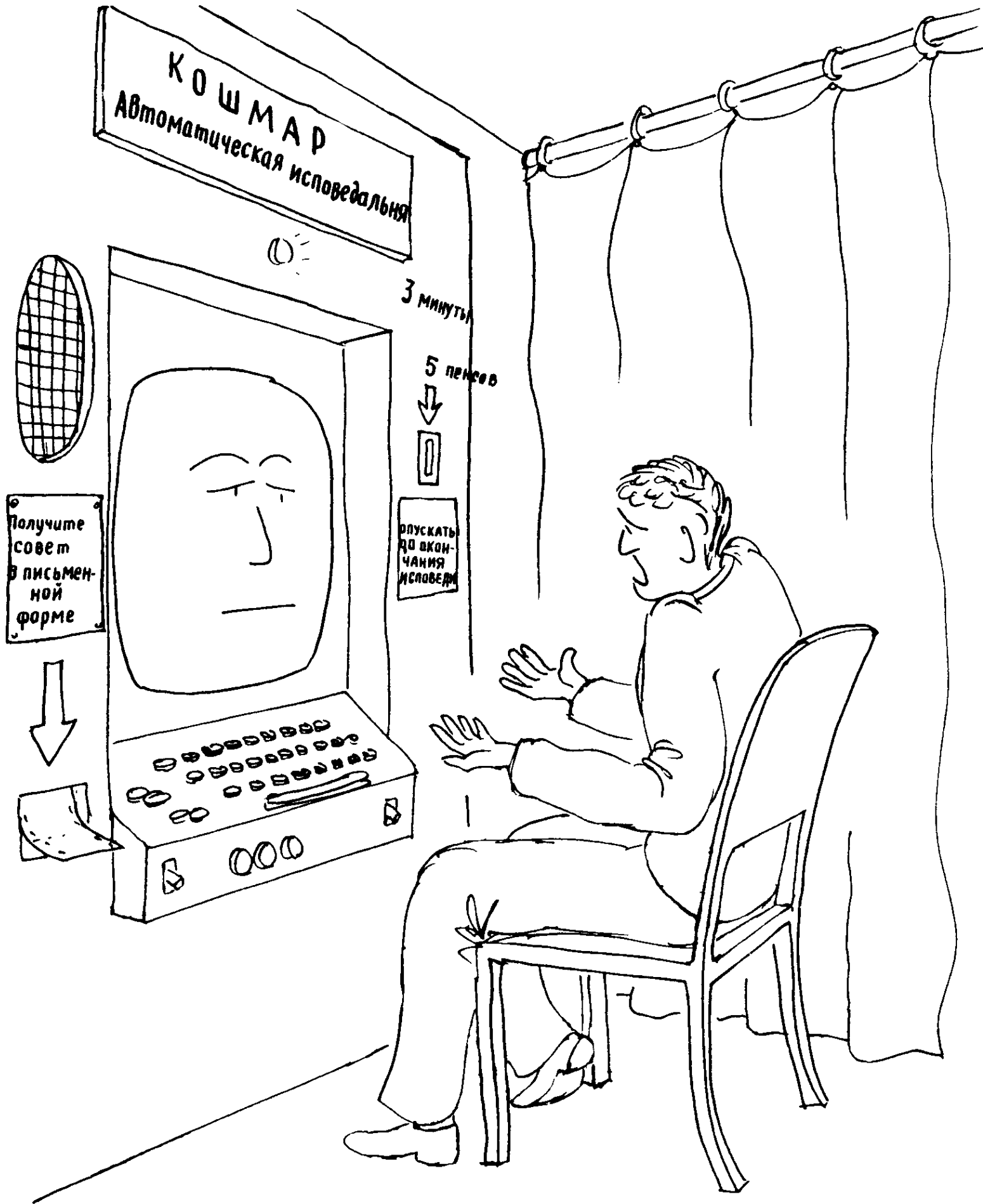
Очень многое может зависеть от слушателей. В интервью с Энтони Кэртисом Эрик Лейтуэйт [18] заметил:

Все свои запатентованные изобретения, кроме одного, я сделал, с кем-то беседуя, как сейчас с вами. Встречаясь с заинтересованным собеседником, я как бы высасываю из него информацию — он этого не замечает, но мне приходится излагать для него все свои соображения более подробно, чем я делал бы это для себя, и в этих попытках внести ясность и возникает открытие.

(New Scientist, Sept. 20, 1973)

Такую беседу, стимулирующую развитие идеи, Лейтуэйт называет «разговором в согласованную нагрузку».

Для создания подобного эффекта требуется не так уж много. С тех пор как я описал свой поддакивательный автомат, игры с компьютером стали очень популярным развлечением. Причина очевидна: ЭВМ как бы обладает «характером» — неуступчивым, упрямым, ограниченным, но сильным. И в случае, если машина запрограммирована хотя бы на самое простейшее подражание человеку, эффект получается неотразимый. Когда Джо Уайзенбаум из Массачусетского технологического института составил свою программу ЭЛИЗА, которая пародировала роль психотерапевта, он с ужасом



обнаружил, что многие из жертв розыгрыша принимали его затею всерьез и требовали, чтобы их оставили с компьютером наедине, желая излить ему свои печали. Они не верили, что машина просто жонглирует словами, не понимая их смысла.

Нет сомнения, что говорящий электронный собеседник, лишь ненамного более сложный, чем поддакивательный автомат, завоевал огромную популярность не только у изобретателей,

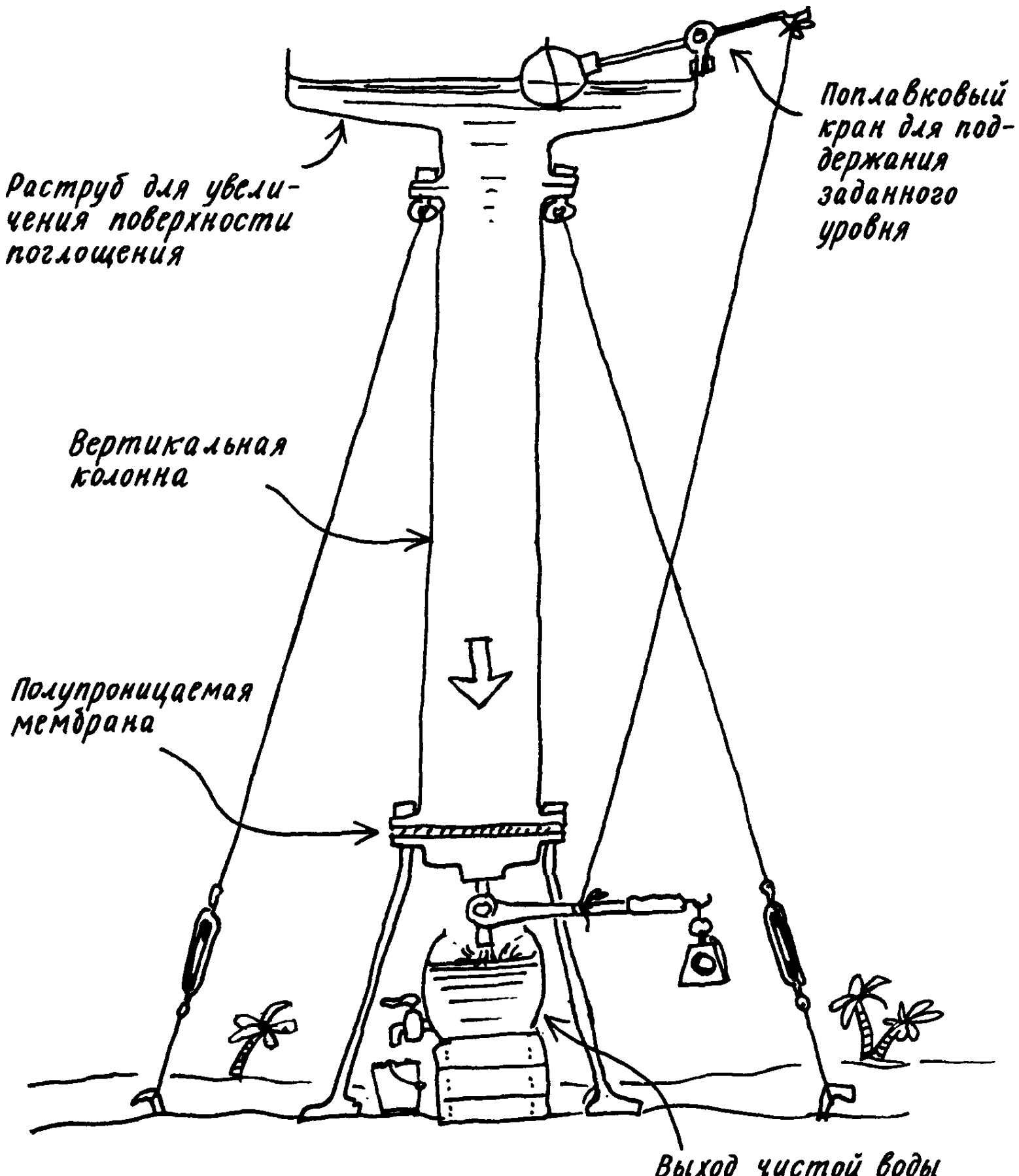
нуждающихся в благожелательной поддержке, но и у всех, кто ищет сочувствия, участия и внимания, но, к сожалению, находит это пока лишь у кошек и собак. В сочетании с усовершенствованным вариантом «фейкодера» (см. с. 12), изображающего понимание и интерес, такой аппарат станет идеальным техническим средством против одиночества, невроза, отчужденности и мировой скорби.

Ороситель для пустыни

Дедал предлагает новый способ выделения водных паров из воздуха в пустыне, в основе которого лежит тот факт, что серная кислота или кукурузный сироп, оставленные в открытом сосуде, активно поглощают влагу из воздуха. Вообще, любой раствор, давление паров которого ниже, чем давление водяных паров в окружающем воздухе, должен поглощать влагу из воздуха. Но как выделить эту влагу из раствора? Наиболее естественно было бы применить для этого «обратный осмос», т. е. просто «выжимать» воду из раствора через полупроницаемую мембрану*. Дедал начал разрабатывать водяной пресс для путешественников по пустыням, который позволит «выжимать» воду из серной кислоты через полупроницаемую мембрану, а после снятия внешнего давления серная кислота вновь впитывает влагу из воздуха. Но затем Дедал пришел к мысли, что роль пресса вполне может играть гидростатическое давление. Высокий столб серной кислоты будет непрерывно собирать влагу из воздуха в верхней своей части, в результате диффузии вода равномерно распределяется по всему столбу и в нижней его части под действием огромного гидростатического давления выдавливается через полупроницаемую мембрану. Дедалу, правда, не по душе вся эта возня с серной кислотой —

к счастью, благодаря своему большому молекулярному весу кукурузный сироп еще лучше подходит для этих целей. Если для выделения влаги из воздуха с относительной влажностью 20% потребуется столб серной кислоты высотой 2,4 км, то при тех же условиях столб кукурузного сиропа должен иметь высоту только (!) 720 м. Из жидкостей, смешивающихся с водой, наибольшую молекулярную массу имеет, по всей видимости, жидкий полиэтиленоксид; требуемая для наших целей высота столба этой жидкости равна всего лишь 50 м. Энергию, необходимую для разделения жидкостей, в конечном счете дают сами опускающиеся вниз молекулы воды, так что весь процесс идет непрерывно и не требует вмешательства человека. В окончательном варианте установка представляет собой высокую колонну, заполненную кукурузным сиропом или полиэтиленоксидом, прикрепленную к буровой вышке или к мачте ретранслятора, — в общем, к тому сооружению, работа на котором и загнала вас в пустыню. Более транспортабельный вариант конструкции, удерживаемый в вертикальном положении при помощи оттяжек или аэростата, могут использовать и бедуны-кочевники; одновременно кукурузный сироп (а может быть, и полиэтиленоксид) будет полезен в качестве продовольственного НЗ. Правда, попытка обводнить пустыню, построив целый лес оросителей, обойдется слишком дорого.

* Появление пленок, избирательно пропускающих воду, действительно дает возможность «выжимать» воду из раствора. Однако для полной очистки воды требуется многократно пропускать раствор через мембрану. — *Прим. ред.*



ВОДОКАЧКА ДЛЯ ПУСТЫНИ

Из записной книжки Дедала

Предположим, что раствор содержит N молей воды с молярной массой M (общая масса NM) и n молей растворенного вещества с молярной массой m (общая масса nm). Масса раствора в таком случае равна $W = NM + nm$, а его объем $V = W/\rho$, где ρ — плотность раствора.

Осмотическое давление, под действием которого раствор всасывает чистую воду, находящуюся по другую сторону полупроницаемой мембраны, равно

$$\Pi = nRT/V = nRT\rho/W.$$

Если раствор залит в сосуд высотой h , то гидростатическое давление у дна сосуда равно ρgh . Чтобы чистая вода вытеснялась из раствора через полупроницаемую мембрану, гидростатическое давление должно превышать осмотическое давление:

$$\rho gh > nRT\rho/W, \\ h > nRT/gW = \frac{RT}{g} \frac{n}{NM + nm}.$$

Нам необходимо, чтобы на вершине столба раствор поглощал влагу из воздуха, относи-

тельная влажность которого может составлять всего 20%. Раствор поэтому должен быть довольно насыщенным: в соответствии с законом Рауля давление его паров должно быть меньше p в уравнении

$$p/p_0 = 20/100 = N/(N + n).$$

Это условие выполняется начиная с $n = 4N$, откуда минимальная высота столба жидкости

$$h = \frac{RT}{g} \cdot \frac{4N}{(NM + 4Nm)} = \frac{4RT}{(M + 4m)g}.$$

Примем $T = 300$ К и найдем h для трех выше-названных составов. Молекулярная масса воды равна 18, т. е. $M = 0,018$ кг/моль. Для серной кислоты $m = 0,098$ кг/моль, для сахарного сиропа $m = 0,342$ кг/моль, для жидкого полиэтиленоксида $m = 5$ кг/моль. Соответственно высота столба жидкости равна: 2430 м (серная кислота); 720 м (сахарный сироп); 50 м (полиэтиленоксид). Ясно, что выбор должен пасть на полиэтиленоксид.

Экодирижабль

Для современного общества характерно стремление людей хотя бы на время скрыться от повседневной суеты и обрести покой в уединении. Эти фантазии подогреваются множеством печатных брошюр, авторы которых рассказывают, как построить, скажем, ветряной двигатель, солнечный водонагреватель или генератор метана, хотя, конечно, никто никогда не воспользовался этими проектами. Проект Дедала, задуманный в духе тех же фантазий, представляет собой воплощение заветной мечты современного отшельника: экологический дирижабль*. В основе его лежит тот факт, что

* Экодирижабль — пример фантастического переосмысления очень важной земной проблемы сохранения окружающей среды. К сожалению, еще не найден способ полностью утилизировать отходы (получать горючие газы и использовать тепло, выделяемое микрофлорой), хотя такие эксперименты широко ведутся на полях орошения.—
Прим. ред.

метан легче воздуха. При ферментативном разложении растительной клетчатки образуются метан и углекислый газ, которые легко поддаются разделению. Если реактор, где происходит процесс разложения («ферментатор»), сравнительно легкий, то оболочка, заполненная образовавшимся метаном, поднимает его в воздух. Летающий ферментатор будет снабжаться клетчаткой растений, культивируемых прямо на оболочке дирижабля. Вначале Дедал собирался покрыть всю оболочку фланелью и выращивать на ней кресс-салат, время от времени подстригая его газонокосилкой, которая будет удерживаться на оболочке с помощью электромагнитов. Теперь, однако, ему пришла в голову более здравая мысль — прокачивать между двойными стенками оболочки культуру водоросли хлореллы. Процесс фотосинтеза про-

текает у хлореллы намного эффективнее, чем у обычных растений; солнечный свет, поглощаемый хлореллой, и будет служить основным источником энергии экодиржабля. Хлорелла поступает в ферментатор, выделяющийся при ферментации метан заполняет оболочку, создавая подъемную силу, а углекислый газ используется в процессе фотосинтеза. Когда оболочка заполнится, избыток метана можно будет сжигать, получая тепло и электричество, а выделяющийся при сгорании углекислый газ снова направлять для питания культуры водорослей. Экнпаж питается хлореллой — опыты по приготовлению сносной пищи из нее уже проводились в нескольких лабораториях, — а отходы поступают в ферментатор и идут на удобрение питательной среды.

Экологический дирижабль — идеальное прибежище для отшельника. Это бесплатный, полностью автономный блуждающий небесный дом, плывущий над облаками в потоках солнечного света. Экодиржабль — символ беззаботного, экологически безупречного существования. Ему нет нужды спускаться на землю. А воздушный океан так велик, что, по мнению Дедала, весь прирост населения планеты за ближайше пятьдесят лет можно с удобствами разместить на флотилии экодиржаблей: так мы не только сэкономим драгоценные природные ресурсы, но и создадим возвышенную «небесную цивилизацию» — царство цветов и солнечных лучей.

New Scientist, October 23, 1975

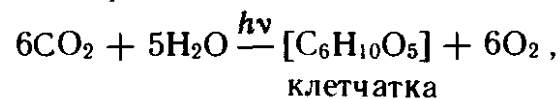
Из записной книжки Дедала

Устройство оболочки. Поскольку экодиржабль проектируется прежде всего как жилище, а не как средство передвижения, нет необходимости заботиться о придании ему обтекаемой формы. Поэтому не нужен жесткий каркас: вполне можно обойтись мягкой оболочкой, которая в наполненном виде примет более или менее сферическую форму. Объем оболочки радиусом, скажем, $r = 50$ м равен $V = 4\pi r^3/3 = 5,2 \times 10^5$ м³. Поскольку молекулярная масса метана равна 16, а воздуха — 29, подъемная сила составит $290 - 160 = 130$ Н/моль =

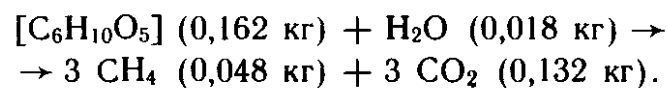
$= 5,4$ Н/м³; подъемная сила всего шара, таким образом, равна $2,8 \cdot 10^6$ Н.

Пусть масса оболочки составляет примерно половину этой величины, $1,5 \times 10^5$ кг. Площадь поверхности оболочки равна $A = 4\pi r^2 = 31\,000$ м². Так как оболочка, по сути, представляет собой тонкий слой водной культуры хлореллы (с плотностью 1000 кг/м³), ее толщина может составлять $1,5 \cdot 10^5 / (1000 \times 31\,000) = 0,005$ м = 5 мм, так что свет, проходящий весь шар насквозь, пройдет через слой культуры толщиной 10 мм, не считая стенок из синтетической пленки. Г. Милнер в статье «Пища из водорослей» (*Scientific American*, Oct. 1953, p. 31) утверждает, что наиболее эффективно выращивание водорослей в слое толщиной 7—17 мм. За вычетом оболочки, у нас еще остается 130 т на полезный груз: гондолу, ферментаторы, пассажиров и т. д.

Энергетика. Процесс фотосинтеза протекает согласно реакции

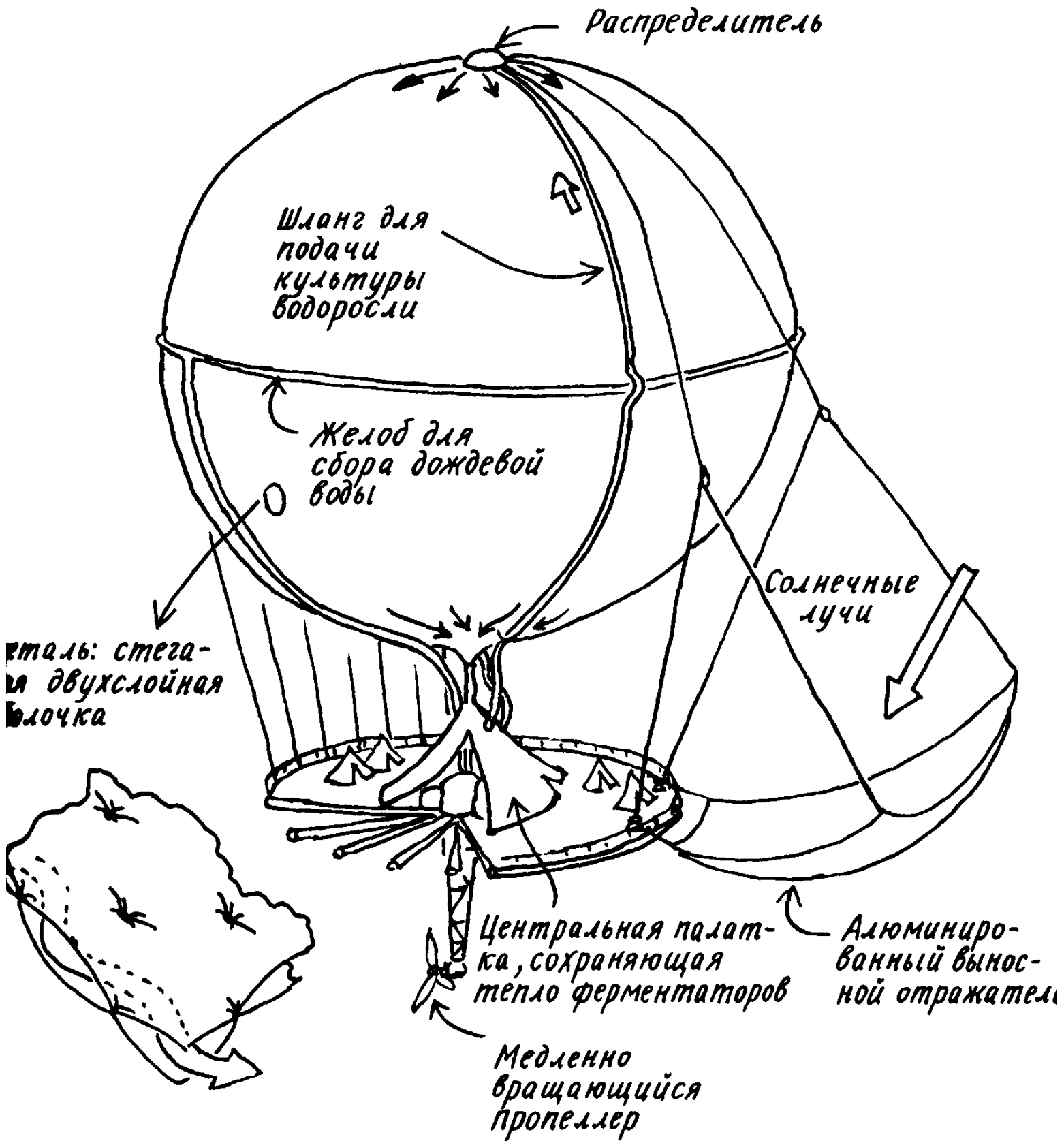


при этом выделяется энергия $\Delta H = +2,9$ МДж. Ферментация клетчатки описывается реакцией



При ярком дневном свете эффективность фотосинтеза у хлореллы может достигать 8%, в связи с чем ее исследуют как возможный источник пищи и кислорода для дальних космических полетов, о чем писал И. Залнч в книге «Фотосинтез, фотодыхание и продуктивность растений» (Лондон, Пергамон Пресс, 1971). Уменьшим для верности это значение вдвое. Шар перекрывает поток солнечных лучей по площади своего поперечного сечения $\pi r^2 = 7800$ м². Если он все время находится выше облаков, то на 1 м² поверхности шара приходится, грубо говоря, 1 кВт мощности излучения; таким образом, полная мощность падающего на поверхность шара излучения составляет в светлое время $P = 8$ МВт. Считая КПД фотосинтеза равным 4%, получим, что это соответствует выработке клетчатки $M = P \times 0,04 \times 0,162 / \Delta H = 0,018$ кг/с, которая ферментируется в

ЭКО ДИРИЖАБЛЬ



метан в количестве $m = M \times 0,048/0,162 = 0,0053$ кг/с. В пересчете на восьмичасовой световой день мы получаем 500 кг клетчатки, т. е. 150 кг метана. То, что мы здесь называем клетчаткой, в действительности представляет собой питательную биомассу, включающую углеводы, сахара и белки. Вегетарианская коммуна из десяти человек на борту дриджабля может потребить в пищу 20 кг биомассы в день; остальные 480 кг клетчатки будут ежедневно перерабатываться в 140 кг метана. Теплота сгорания метана $H = 56$ МДж/кг; круглосуточное сжигание производимого метана обеспечивает таким образом мощность $P = mH/t = 90$ кВт в не-

прерывном режиме, которая используется для обогрева, освещения и передвижения шара. При необходимости все эти цифры можно удвоить и даже утроить за счет установки на шаре выносных отражателей, направляющих на шар дополнительное солнечное излучение. В общем, казалось бы, экодирджабль вполне возможен. К сожалению, возникает одна неувязка: при ежедневной выработке 140 кг метана (210 м^3) потребуется семь лет, чтобы заполнить шар натуральным, органическим, экологически безупречным метаном. Предадим ли мы свои идеалы, если для начала заправимся метаном, добытым в Северном море?

Метание голоса

Дедал размышляет о возможных технических применениях дымовых колец. В принципе такие вихревые образования могут переносить определенную порцию газа на любое расстояние — и чем они больше, тем лучше. Недавно, например, демонстрировалась модель дымовой трубы, которая пускает кольца дыма на большую высоту и тем самым уменьшает загрязнение нижних слоев атмосферы. Дедал разрабатывает установку для запуска вихревых колец, намного более эффективную, чем нынешние установки с эластичной пульсирующей диафрагмой. В машине Дедала использована газонаполненная мягкая торопдальная оболочка, напоминающая автомобильную камеру, которая проталкивается поршнем внутри ствола, вращаясь относительно своей кольцевой оси, а дойдя до выходного отверстия, открывается и выпускает идеальное вихревое кольцо.

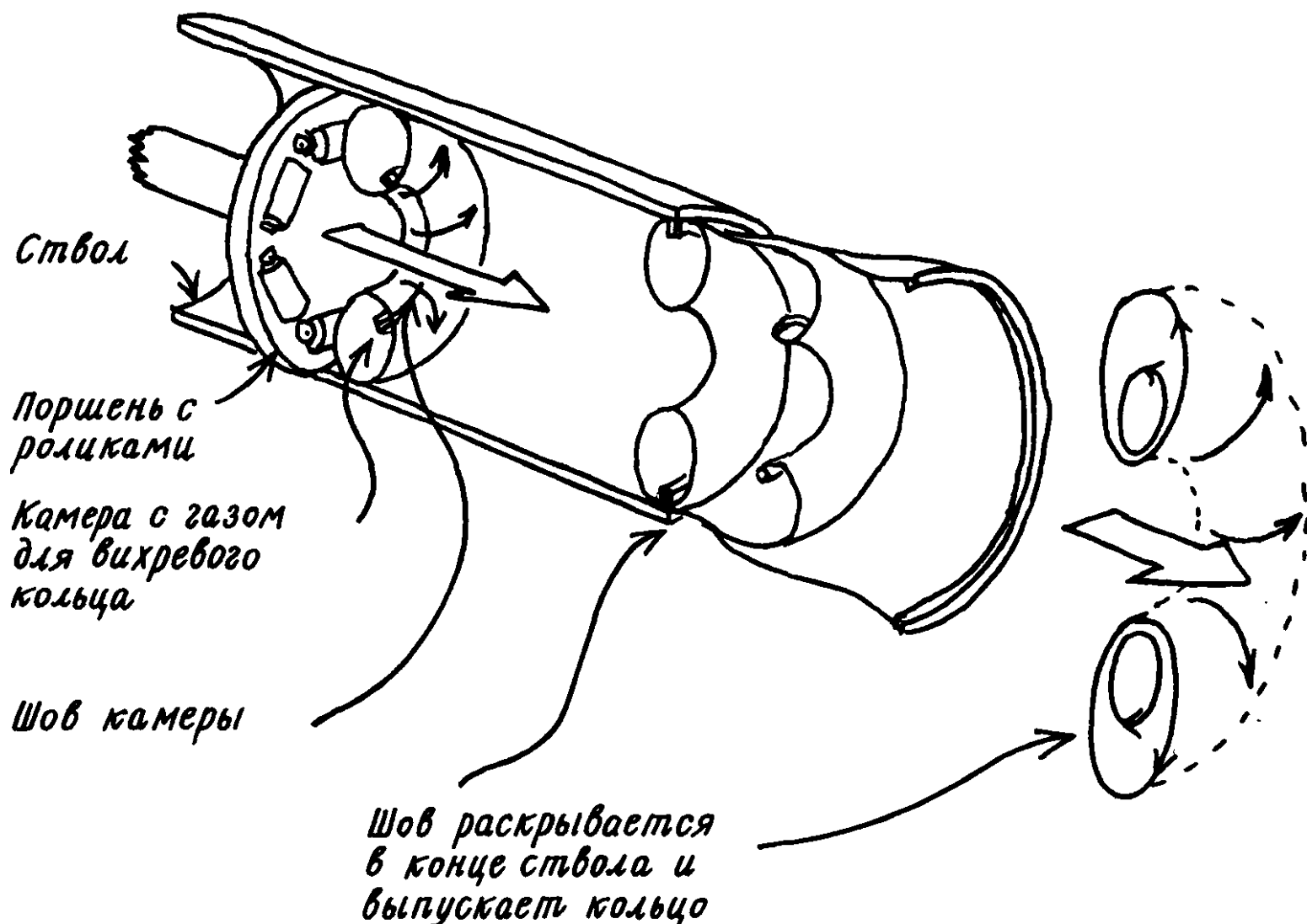
Сначала Дедал решил использовать огромные вихревые кольца в качестве носферных зондов. Водородный вихрь, к примеру, обладает устойчивой аэростатической подъемной силой, компенсирующей потерю на вязкость. Поэтому такое кольцо может подниматься неограниченно высоко, словно воздушный шар, лишенный оболочки, расширяясь по мере уменьшения атмосферного давления. За движением такого кольца в атмосфере можно следить

по мерцанию звезд (поскольку показатель преломления газа отличается от показателя преломления атмосферы). При движении в носфере кольцо будет давать о себе знать по наблюдению эффектов, связанных с прохождением радиоволн и доплеровским сдвигом отраженных от кольца радиосигналов. В конце концов вихревое кольцо уйдет в межпланетное пространство и через тысячи лет, возможно, донесет до какой-нибудь далекой планеты подлинный образец земного газа.

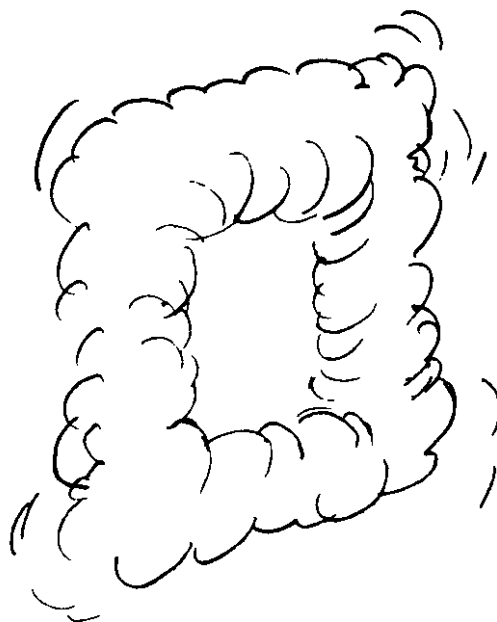
Водородные кольца, однако, представляют большую опасность для авиации, поскольку при встрече самолета с таким объектом произойдет взрыв огромной разрушительной силы. В связи с этим Дедал задумался над возможным использованием водородных колец в качестве средства ПВО. К сожалению, кольца движутся слишком медленно (со скоростью несколько метров в секунду), чтобы их можно было направить на быстролетящую воздушную цель. Даже для распугивания голубей и ворон кольца из временно парализующего газа будут менее эффективны (хотя и более гуманны), чем обычный дробовик. Если уж смотреть на вихревые кольца как на оружие, то в этом смысле они, пожалуй, более пригодны для использования против неподвижных наземных целей. Огромным достоинством вихревого

кольца как средства поражения является то, что его просто невозможно заметить. Конечно, его можно было бы начинить традиционным слезоточивым газом. Однако Дедал увлечен поиском принципиально новых средств газовой

атаки. Гораздо большее смятение вызовет, например, сильный запах горелой резины или аромат рагу из почек, особенно если эти запахи возникнут совершенно неожиданно и неведомо откуда. Не исключено, что со временем полница



Мгновенная форма вихревого кольца при колебаниях с симметрией 4-го порядка



начнет использовать такой генератор запахов для борьбы с гражданскими беспорядками.

Другое полезное свойство вихрей состоит в том, что они способны сохранять и даже усиливать колебания. Дедал хочет воспользоваться этим замечательным явлением для замедленной передачи звука. Задуманный им вихревой мегафон выпускает один за другим кольцевые вихри, вращающиеся со звуковой частотой; в результате последовательность вихрей образует несложное сообщение. Медленно распространяясь в воздухе и почти не рассеиваясь, эти вихри доносят слова к цели уже после того, как говорящий успел скрыться. Возможно, такие «говорящие вихри» будут сбрасывать с самолетов. Даже утяжеленные углекислым газом, эти вихри могут опускаться с высоты 10 км в течение целого часа, так что никому не придет в голову связать их появление с давно пролетавшим самолетом, даже если на него и обратят внимание*.

New Scientist, July 13, 1978

Комментарий Дедала

Теория колебаний в вихрях была разработана еще в 60-х годах прошлого века гениальным

* Для передачи звука вихревые кольца едва ли пригодны, поскольку их объем при движении значительно изменяется (см., например, [13]).— *Прим. ред.*

Г. Гельмгольцем**. Именно на ее основе У. Томсон (лорд Кельвин) создал свою вихревую теорию атома, пытаясь объяснить с ее помощью наблюдаемые атомные спектры. Согласно этой теории, атомы представляют собой вихревые кольца в эфире. Поскольку эфир рассматривался тогда как среда, абсолютно лишенная вязкости, вихревые кольца в эфире не должны рассеиваться; они существуют постоянно: перемещаются в пространстве, осциллируют, взаимодействуют друг с другом. В математическом отношении эта теория оказалась слишком сложной, чтобы на ее основании можно было делать какие-либо предсказания относительно атомных спектров, которые так и оставались загадкой. Именно пытаясь разрешить эту проблему, Нильс Бор в 1913 г. создал свою модель атома, применив принципы квантовой механики к ядерной модели атома, предложенной незадолго до этого Резерфордом.

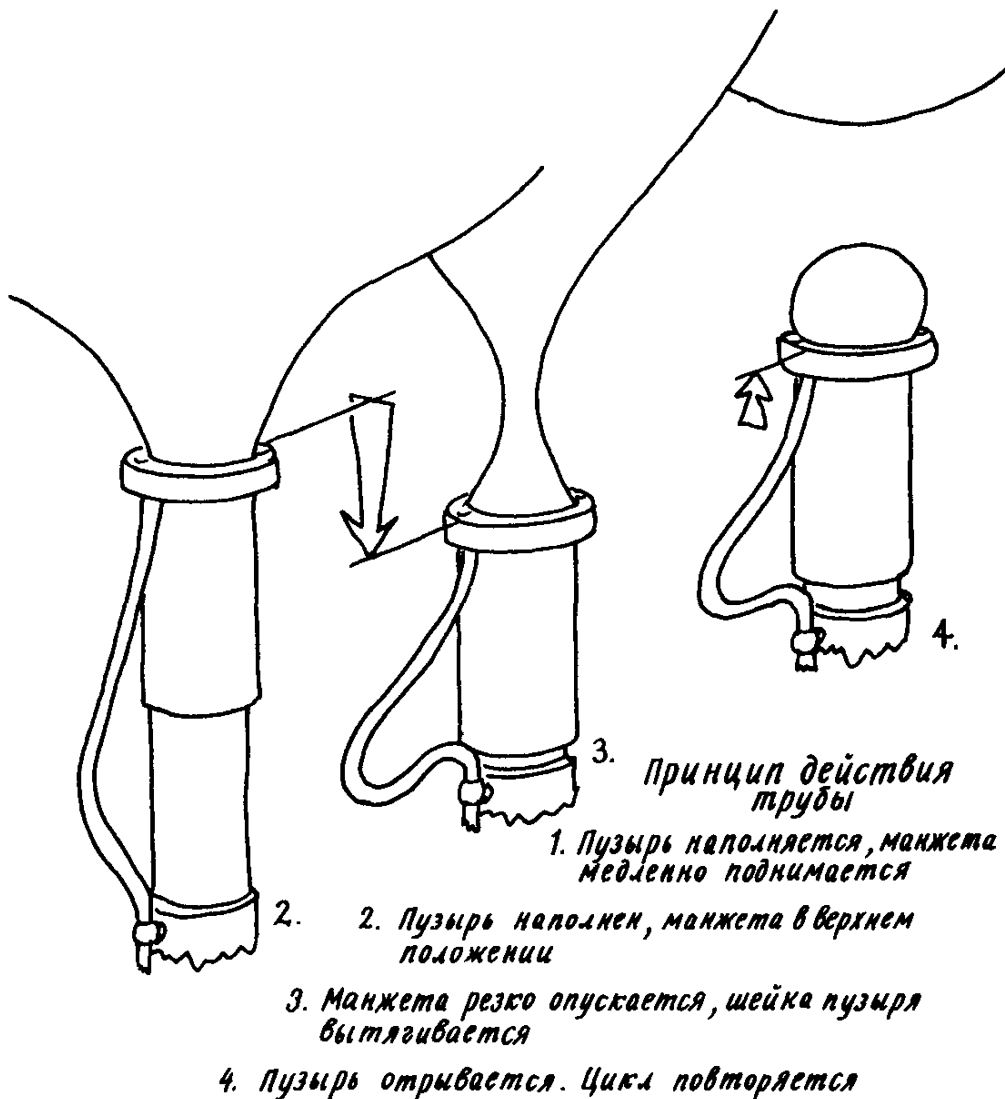
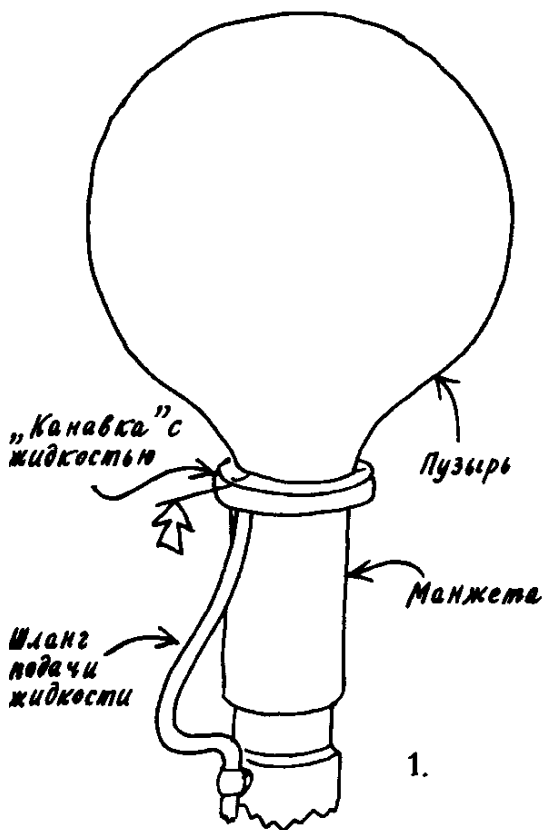
Замечательное описание экспериментов по исследованию дымовых колец и их колебаний можно найти в статье Уинделла и Салливана (*Proceedings of the Royal Society, A*, 332, 1973, p. 335).

** Большой вклад в развитие теории вихревых колец внес великий русский ученый Н. Е. Жуковский.— *Прим. ред.*

Мыльные пузыри

Атмосферные выбросы из заводских труб содержат как твердые частицы, так и вредные газы, например сернистый газ и оксиды азота. Чтобы дым рассеивался возможно выше и на большой площади, в настоящее время стараются строить как можно более высокие трубы. А чтобы забрасывать отходы еще выше, недавно изобрели трубу, пускающую дымовые кольца. Раздумывая над идеей использования общеизвестной детской забавы (пускания мыльных пузырей) в гигантских масштабах, Дедал

проектирует заводскую трубу, которая будет выдувать огромные мыльные пузыри, наполненные дымом. Он уверен, что подходящую жидкость для таких пузырей можно приготовить на основе водорастворимых вязкоэластичных полимеров. Исполненные мыльные пузыри — мыльные «монгольфьеры», — лопаются на многокилометровой высоте, будут выпускать свое содержимое в высокие слои атмосферы. Впрочем, если с умом подойти к процессам, происходящим внутри пузыря, то можно предотвра-



тнуть даже это загрязненне атмосферы. Известно, что серный и сернистый газы нейтрализуются известняком или мелом. Эти вещества нетрудно ввести в виде тонкой суспензии в жидкость, из которой выдуваются пузыри. При небольшом избытке щелочи реакция нейтрализации в долгоживущем пузыре успеет пройти до конца. Выделяющиеся при реакции газы адсорбируются стенкой пузыря, а твердые частицы постепенно стекают вниз по стенкам; частички дыма также оседают в нижней части пузыря. В конечном счете мы получим мыльный пузырь, заполненный чистым нейтральным газом; лишь в нижней его части образуется «кирпич» из сажи и твердых продуктов реакции, который

упадет на землю, когда пузырь лопнет. Так что живописное зрелище сверкающих шаров, поднимающихся над промышленными районами, будет омрачено мыслью о том, что где-то с неба на землю упадет такое же количество «кирпичей». Придется поэтому организовать специальные отряды, которые с помощью лазера станут сбивать пузыри над пустырями, болотами и оврагами*.

New Scientist, March 8, 1973

* О практическом использовании мыльных пузырей см. ([14], [15]).— *Прим. ред.*

Как увидеть инфракрасный свет

В лазере фотон света, сталкиваясь с возбужденным атомом среды, стимулирует испускание другого фотона той же частоты. Вторичные фотоны в свою очередь вызывают испускание фотонов другими возбужденными атомами — в результате процесс излучения света идет лавинообразно. Но попробуем рассмотреть случай, когда активная среда лазера находится в докритическом состоянии, т. е. слишком разрежена, чтобы поддерживать лавинообразный процесс. В такой среде фотон может столкнуться с невозбужденным атомом, который, поглотив этот фотон, переходит в возбужденное состояние. Другой фотон, столкнувшись с этим возбужденным атомом, теперь может стимулировать эмиссию, и два фотона будут двигаться вместе, парой. В несколько более плотной среде и при чуть более интенсивной накачке эта пара фотонов может столкнуться с еще одним возбужденным атомом, результатом чего будет фотонный триплет. В целом, активную среду лазера покидает примерно столько же фотонов, сколько вошло в нее, однако выходящие фотоны образуют когерентные пары и тройки.

Такой «сгруппированный» свет обладает удивительными свойствами. Прежде всего он совершенно непривычен для глаза. Так, красный сгруппированный свет будет обычным образом отражаться от красных предметов. Но, поскольку каждая пара «красных» фотонов имеет в сумме энергию, равную энергии одного «синего» фотона, такой свет за счет двухфотонного поглощения станет возбуждать также рецепторы, чувствительные к синему цвету. Предмет, таким образом, будет одновременно выглядеть и красным, и синим, — наверное, переливчато-фиолетовым. Больше всего, впрочем, Дедала занимает инфракрасный сгруппированный свет. Все окружающие нас объекты в изобилии испускают длинноволновое инфракрасное излучение. Достаточно поэтому перед любым предметом поместить «группирователь фотонов» фирмы КОШМАР, который собирает фотоны в группы, суммарная энергия которых лежит в видимой области спектра, — и вот вам бесплатное освещение! Правда, в сгруппированном

ИК-свете все предметы, скорее всего, будут иметь жуткий вид, так что лучше будет, если энергия группы фотонов придется на область ультрафиолета. Тогда, используя обычный люминофор, как в лампах дневного света, можно возбуждать его за счет многофотонного поглощения и получать видимый свет. Этот изящный прибор преобразует бесполезный инфракрасный фон в видимый свет — подобно тепловому насосу, перекачивающему тепло от тел с меньшей температурой к телам с более высокой температурой. Согласно законам термодинамики, эти устройства могут отбирать у окружающей среды гораздо больше энергии (тепла и света), чем необходимо для приведения их в действие*.

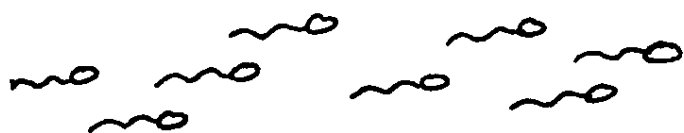
New Scientist, June 26, 1980

Из записной книжки Дедала

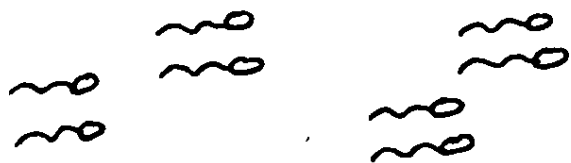
Рассмотрим активную среду, в которой N_1 атомов находятся в основном состоянии и N_2 — в возбужденном состоянии с энергией E . Рабочая частота равна в таком случае $\nu = E/h$, и если этой частоте соответствует плотность энергии $\rho\nu$, то интенсивность возбуждения $N_1 \rightarrow N_2$ составит $BN_1\rho\nu$, где B — вероятность перехода. Аналогично интенсивность стимулированной эмиссии равна $BN_2\rho\nu$. Пусть в систему входит n фотонов. Для каждого из них вероятность быть поглощенным при переходе атома из состояния 1 в состояние 2 пропорциональна $BN_1\rho$; обозначим эту вероятность через KN_1 . Тогда число фотонов, поглощенных в системе, равно nKN_1 для малых KN_1 , а $n(1 - KN_1)$ фотонов проходят через всю среду. Вероятность того, что каждый из этих фотонов стимулирует испускание фотона возбужденным атомом, равна KN_2 . Таким образом, наиболее вероятное

* Дедал правильно рассудил, что зрительные рецепторы могут реагировать на «когерентную пару» фотонов с энергией, вдвое меньшей порога чувствительности рецептора. Эта идея была подтверждена исследователями с применением лазерной техники. На сходном принципе основан ряд приборов ночного видения. — *Прим. ред.*

число пар фотонов, выходящих из среды, равно $n(KN_2)(1 - KN_1)$. Иначе говоря, мы пустили в среду n фотонов и получили на выходе $n(KN_2)(1 - KN_1)$ фотонных пар; таким образом, кпд нашего лазера по «группированию» фотонов составляет $2KN_2(1 - KN_1)$. Эта величина имеет максимум при $N_2 = N_1$, т. е. когда излучение иакачки, переводящее атомы в возбужденное состояние за счет переходов $N_1 \rightarrow N_3 \rightarrow N_2$, чуть-чуть недостаточно для создания инверсной населенности, т. е. система находится немного ниже порога генерации лазерного излучения. При $KN_1 = KN_2 = 0,5$ максимальный кпд = 0,5, т. е. можно рассчитывать, что примерно половина общего числа попадающих в систему фотонов будет сгруппирована. На практике будут возникать группы не только из двух, но и из трех и более фотонов, но даже с учетом этого наша схема выглядит вполне реальной.



Обычный некогерентный свет. Вероятность двухфотонных эффектов (например, поглощения) ничтожна



„Сгруппированный” свет. Вероятность двухфотонных эффектов очень велика

Как будут вести себя фотонные пары? В физических процессах (преломление, рассеяние и т. д.) они должны вести себя точно так же,

как образующие фотоны, однако в химических процессах (поглощение и т. д.) они, скорее всего, будут проявлять тенденцию к двухфотонному поглощению, и поэтому каждая пара поведет себя как один фотон с вдвое большей частотой. На этой основе, вероятно, можно создать уличные фонари, излучающие сгруппированный инфракрасный свет, который легко проходит сквозь туман и в то же время хорошо воспринимается глазом. А как бы вы отнеслись к «антизонтику», преобразующему свет пасмурного дня в ультрафиолетовое излучение для загара? Наконец, поскольку сгруппированные фотоны когерентны с тем фотоном, который первоначально попал в среду, соответствующие очки позволят непосредственно наблюдать изображение, полученное в инфракрасных лучах.

Дедал получает письмо

Майрон Л. Уолбаршт, профессор офтальмологии и биомедицинской техники, Медицинский центр университета Дьюка, Дарем, Сев. Каролина, США 23 июля 1980

Дорогая Ариадна!

Ваш друг Дедал рассматривал (с. 448, 26 июня 1980) использование сгруппированного света для возбуждения синих рецепторов глаза в результате двухфотонного поглощения и даже допускал возможность использования длинноволнового инфракрасного излучения для получения видимого света. Я прилагаю копию одной из своих опубликованных работ «Зрительная чувствительность глаза к инфракрасному излучению» (*Journal of the Optical Society of America*, 66, 1976, p. 339), в которой показано, что это действительно возможно. Надеюсь, что Дедал будет продолжать свои изыскания, но ему следует сознавать, что в наши дни наука движется вперед так быстро, что даже мечтатель может отстать от жизни.

Искренне Ваш М. Уолбаршт

(В дальнейшем сгруппированный свет будет пролит на вопрос о приоритете на с. 158.)

Обет безбрачия

Феромон — это химическое вещество, выделяемое одним организмом и стимулирующее специфическую ответную реакцию другого. Это своеобразный язык запахов, и такне общественные насекомые, как муравьи, всю жизнь живут по феромонной подсказке своих сородичей. У многих существ (насекомых, мышей, крыс) брачные ритуалы начинаются с выделения особого феромона, привлекающего особей противоположного пола. Здесь-то Дедал и усмотрел основу для реализации своего губительного замысла. Биологи фирмы КОШМАР разрабатывают новые приманки для крыс и мышей, содержащие вещества, которые подавляют синтез феромонов или изменяют их структуру, так что несчастные грызуны теряют запахи, привлекающие их друг к другу. Ничто более не будет пробуждать их брачные инстинкты, и они будут обречены на вымирание.

Химическая сторона дела здесь довольно проста. Согласно одной из теорий, запах вещества связан с определенными частотами молекулярных колебаний. А эти частоты зависят от масс атомов, составляющих молекулу. Поэтому замена некоторых атомов на другие изотопы того же элемента (химически идентичные, но обладающие иной атомной массой) приведет к сдвигу частоты молекулярных колебаний и соответственно к изменению запаха вещества. Сообщалось, что в одной из американских лабораторий ядерных исследований живет «тяжелый пес» — его поят тяжелой водой и кормят «тяжелой» пищей, так что весь обычный водород в его организме замещен тяжелым изотопом водорода — дейтерием. Дедал хотел бы заинтересоваться у американцев, привлекает ли запах этого пса нормальных собак. Если нет, то можно было бы выпустить «тяжелое» печенье и кормить им собак в период течки — это избавило бы их от преследования со стороны дворовых псов. Аналогично действовало бы изотопное средство против грызунов. Если же изотопное замещение не дает желаемых результатов, то придется разработать более сложный химический метод дезактивации феромонов.

Некоторые биологи фирмы КОШМАР

полагают, что проще (и гуманнее) было бы добиться того, чтобы измененный запах оказался привлекательным для особей другого вида и тем самым стимулировал бы непродуктивное межвидовое скрещивание. Хорошо, что «химия отношений» у человека гораздо сложнее, чем, скажем, у грызунов, — иначе фирма КОШМАР со свойственной ей безудержной активностью взялась бы за разрешение проблемы переизселения на земном шаре.

New Scientist, February 26, 1976

Из записной книжки Дедала

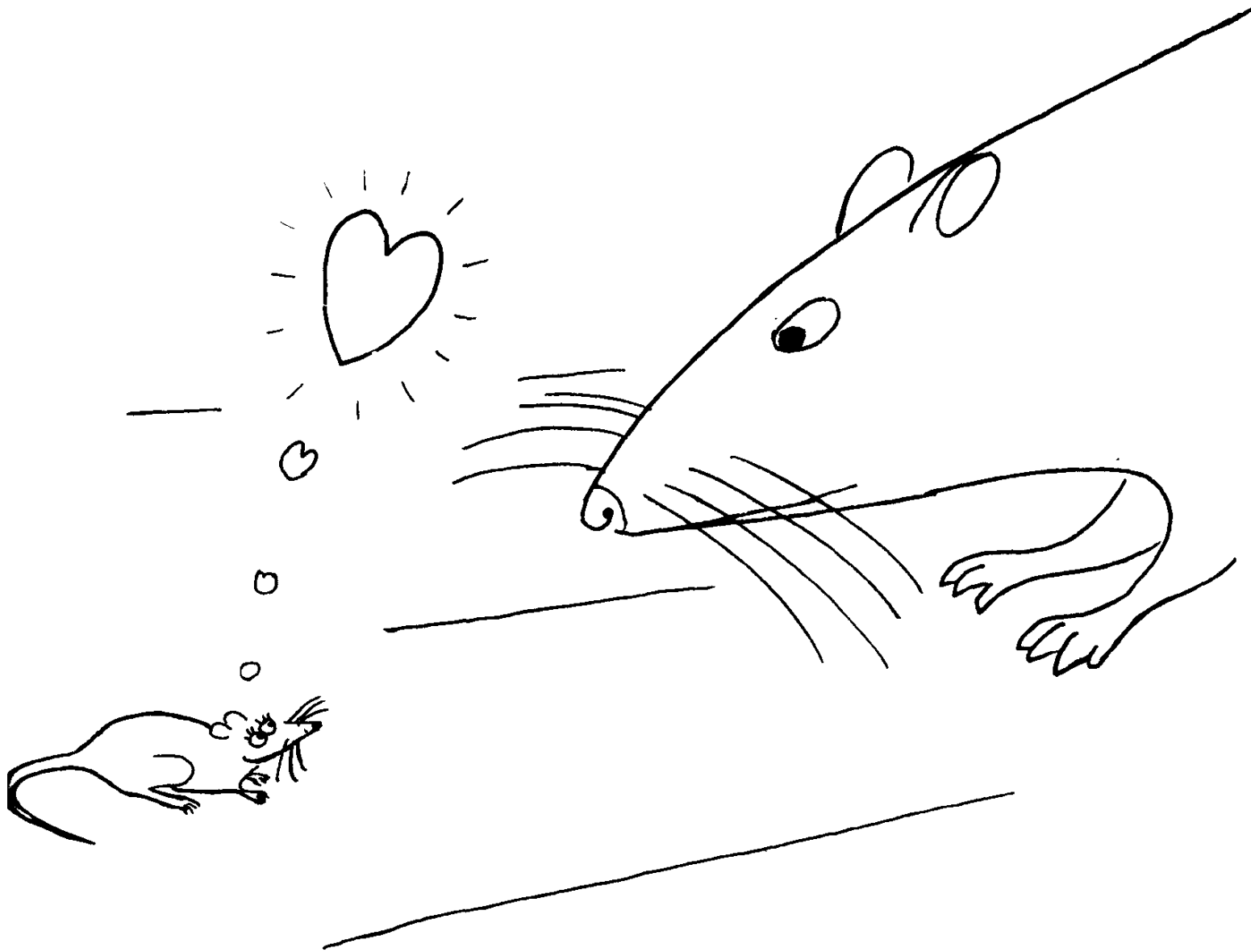
Хорошее изложение теории, объясняющей запах молекулярными колебаниями, можно найти в статье Р. Райта и Дж. Бранда (*Nature*, 239, 1972, р. 225-226). Авторы выделили феромон опасности у красных муравьев и методом ИК-спектроскопии измерили частоты его молекулярных колебаний. Затем они подобрали другие вещества, также вызывающие тревогу среди муравьев, и обнаружили, что наиболее эффективными оказались те из них, у которых частоты молекулярных колебаний приходилась на те же области спектра, т. е. 330 см^{-1} , 433 см^{-1} , $484 \pm 5\text{ см}^{-1}$; $1\text{ см}^{-1} = 30\text{ ГГц}$.

К сожалению, замещение водорода дейтерием в этих органических молекулах, хотя и легко осуществимо, но, по всей видимости, мало скажется на столь низких частотах. Более надежный, но и более сложный в химическом отношении способ проверки нашей гипотезы состоял бы в замене обычного углерода C^{12} на C^{13} (что понизило бы частоту соответствующих молекулярных колебаний на 4%) или на C^{14} (что привело бы к понижению частоты на 8%, но сделало бы феромон весьма радиоактивным).

Неизотопный метод дезактивации феромонов. Вероятно, феромоны, стимулирующие брачные инстинкты, гораздо более специфичны, чем муравьиные феромоны тревоги, так что даже близкие им по химическому составу вещества не производят соответствующего эффекта. Если, например, две линии мышей эволюционируют в различные виды, то на каком-то этапе

эволюции скрещивание между ними начинает давать нежизнеспособные особи. На этом этапе возникают мощные стимулы, которые приводят к выработке сильно различающихся брачных ритуалов, что предотвращает непродуктивное скрещивание. Если феромоны действительно играют важную роль в скрещивании, то следовало бы ожидать, что та или иная из эволюционирующих линий на этом этапе должна изменить свой феромонный «призывный код».

Чем более специфичен феромон данной линии, тем меньше он нуждается в изменении. Теперь у двух расходящихся линий будут различные, но очень близкие по составу феромоны, и каждый вид сохранит способность производить феромоны, свойственные другому виду. Поэтому есть надежда, что относительно слабое химическое вмешательство может привести к возобновлению производства прежних феромонов и тем самым стимулировать непродуктивное межвидовое скрещивание.



Гремит музыка боевая...

Со смешанным чувством Дедал вспоминает свою неудавшуюся попытку сорвать унылый вечер органной музыки, подбросив кусок сухого льда в воздушные мехи органа. Диверсия основывалась на том простом соображении, что более тяжелый, чем воздух, углекислый газ, попадая в органные трубы, изменял бы высоту их звучания на незначительную, но меняющуюся величину, так что звучание инструмента стало бы похожим на завывание испорченного пружинного граммофона. В дальнейшем, размышляя над своей неудавшейся эскападой, Дедал решил поставить этот принцип на службу Евтерпе (музе мелодии). Прежде всего он усмотрел здесь способ расширить диапазон человеческого голоса. Оперная дива, стоящая перед нотным пюпитром, в котором замаскирована миниатюрный газопровод, могла бы, вдыхая соответствующую газовую смесь, свободно переходить от глубочайших басов к фальцету. Дыхательные смеси на основе гелия и фреонов безвредны для человека, а их плотности изменяются в широком интервале. Однако из-за случайного сквозняка певица рискует пустить досадного «петуха», поэтому Дедал предпочел заняться конструированием музыкальных инструментов. Изобретенный им «пикнофон» внешне напоминает флейту, к которой от нескольких газовых баллонов протянуты шлайги, оканчивающиеся тромбонными клапанами. Большое разнообразие используемых газов откроет для исполнителя широкий выбор тональностей и тембров звучания.

Еще более привлекательна идея соединить музыкальный инструмент с газовым хроматографом — прибором, разделяющим газы путем пропускания смеси сквозь трубку с сухим поглотителем. Пикнофон, подсоединенный к выходу газового хроматографа, будет проигрывать различные мелодии в зависимости от последовательности выходящих из хроматографа газов. Возможности этого замечательного аналога старинной музыкальной шкатулки зависят только от изобретательности химиков. Какая-нибудь фирма «Газовая гармония» могла бы выпускать баллончики с этикетками «Голубой Дунай»,

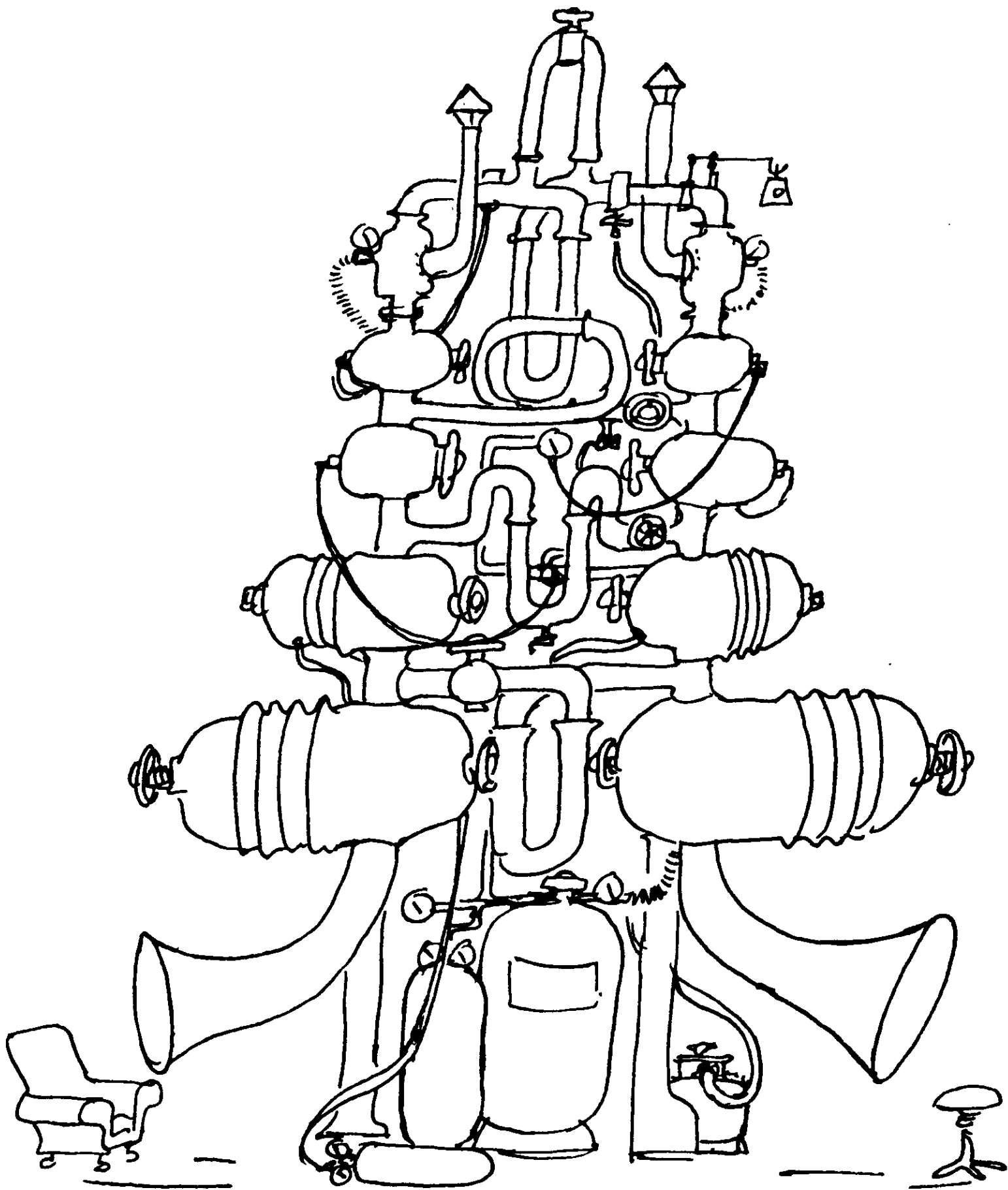
«Янки-дудл», «Родина, милая родина», что даст возможность прослушивать любимые мелодии на бытовых хроматопикнофонах.

New Scientist, April 18, 1968

Комментарий Дедала

Идея создания хроматопикнофона оказалась не такой новой, как я предполагал. Газовые хроматографы, регистрирующие изменение тона ультразвукового свистка, помещенного у выходного отверстия, были описаны еще в 60-х годах. Однако мои предложения по части музыкальных инструментов не остались без внимания. В 70-е годы по крайней мере на одном концерте был использован гелий для создания у солиста искусственного фальцета. В 1980 г. Д. Давенпорт и др. (*Chemical Technology*, Dec. 1980, p. 774) описали пикнофон и указали, в какой последовательности нужно пропускать газы для исполнения звуков стандартной музыкальной гаммы.

Оправившись от приступа смеха, вызванного сообщением американского диктора об «историческом» заявлении президента, Дедал почувствовал необходимость создания машины, которая переводила бы не с одного языка на другой, а играла бы роль переводчика между разными диалектами одного и того же языка. Даже эта сравнительно простая задача предполагает использование микрофонов, сложных электронных схем, осуществляющих разложение звуков на гармонические составляющие, требует применения линий задержки — в общем всего комплекса средств современной электроники. Дедал, однако, вспоминает, как странно звучит наш собственный голос в магнитофонной записи по сравнению с тем, как мы воспринимаем его «естественное» звучание. Дедал полагает, что различные варианты английского произношения отличаются друг от друга в основном тембром и длительностью отдельных звуков. Поэтому Дедал решил сконструировать чисто акустический преобразователь диалектов. Это устройство представляет собой комбинацию звуководов



Лингафон

и резонансных полостей, в которых различные частотные составляющие исходного звука по-разному усиливаются, реверберируют или обрезаются. Для нелинейных преобразований применяются язычковые вибраторы, генерирующие дополнительные гармоники, и пневматические логические элементы и усилители, питающиеся от отдельного компрессора. Упорно экспериментируя, мы придем в конце концов к созданию весьма совершенного «лингфона». Помню входного и выходного рупоров он будет иметь множество клапанов, резонаторов и коленчатых труб, с помощью которых его можно будет настраивать на требуемую пару диалектов.

«Лингфон» станет идеальным средством для двустороннего общения: голос шотландца, говорящего в один рупор, будет выходить из другого, допустим, с техасским акцентом; соответственно будет работать прибор и в обратную сторону. Наконец-то австралиец сможет свободно говорить с пакистанцем, а валлиец с жителем Ямайки. Возможно, «лингфон» позволит даже расшифровать тот непонятный гортанный язык, на котором обычно объявляют остановки в пригородных поездах.

New Scientist, October 10, 1968

Глобальные «землетрясения»

Не существует ли опасность создания так называемого геофизического «оружия» ([4], 163—164, 246)? Если, допустим, все жители КНР разом подпрыгнут, то не произойдет ли землетрясение? Однако, как показывают приближенные расчеты, даже хорошо согласованный прыжок 900 млн. человек эквивалентен взрыву всего лишь 10 т тротила, так что подобный проект едва ли работоспособен. Но, положим, прыжки совершаются не одновременно, а со строго определенной задержкой. Тогда мы получим картину, в точности противоположную той, которая наблюдается при регистрации системой сейсмографов ядерного взрыва. Обычно фронт ударной волны распространяется в земной коре с конечной скоростью, так что сейсмографы регистрируют его в различное время. Представим теперь, что в заранее определенное время каждый сейсмограф *излучает* импульс. Тогда импульсы от всех сейсмографов образуют ударную волну, сходящуюся в той точке, где должна была бы взорваться бомба. Дедал приходит таким образом к выводу, что китайцы посредством строго скоординированных прыжков могут «подвести» десятитонную «бомбу» под любую точку земной поверхности.

В западном варианте такого «оружия», по-видимому, придется использовать миллионы бетонных блоков, подвешенных по всей тер-

ритории США и сбрасываемых по команде центрального компьютера, оснащенного сверхточными атомными часами. Дедал рукоплещет «гению» стратегической мысли. Оружью, распределенному на столь большой площади, не страшна потеря большого числа отдельных его элементов. Это оружие также идеально приспособлено для тайных диверсий, и Дедал подозревает, что недавние загадочные крушения арочных мостов — результат сейсмического заговора, направленного на дискредитацию западной техники.

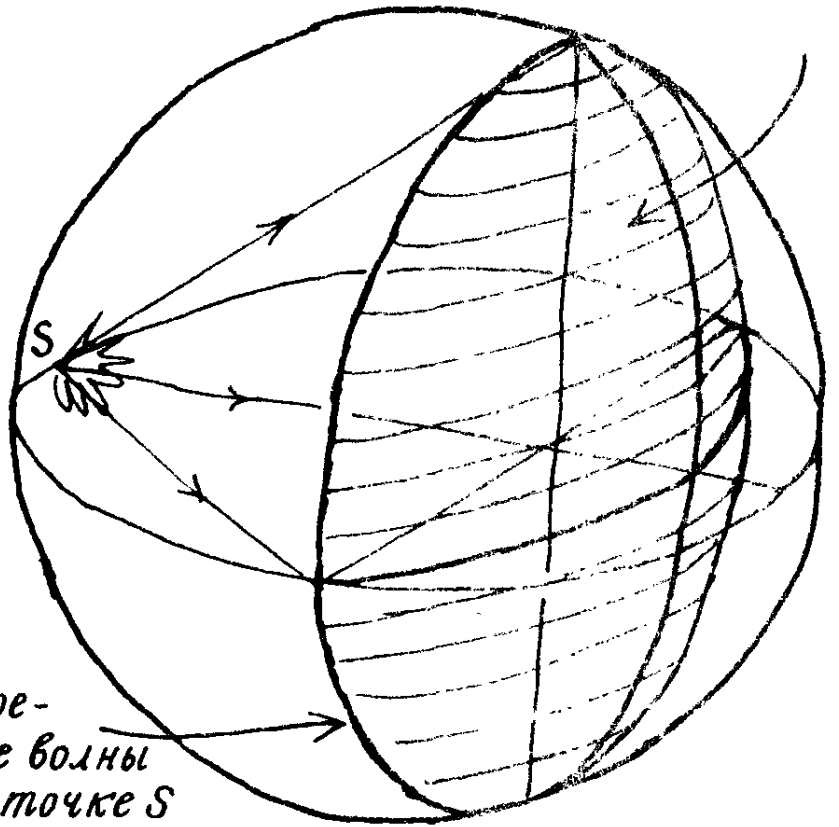
New Scientist, May 17, 1973

Размышляя недавно над формой Земли, Дедал пришел к выводу, что звук должен распространяться вдоль ее круглой поверхности, как в известной «галерее шепотов» ([4], с. 16—17, 171). Любой звук, исходящий из какой-то точки, должен обогнуть Землю и прийти в диаметрально противоположную точку земного шара. Мы не слышим разговоров, происходящих в Новой Зеландии, только потому, что атмосфера простирается на довольно значительную высоту. Звук, исходящий из точки у поверхности Земли, распространяется в виде сферической волны не только во все стороны вдоль поверхности, но и вверх, — поэтому волновой фронт не сходится точно в диаметрально

Фронт ударной волны
(сферическая
поверхность) через время t

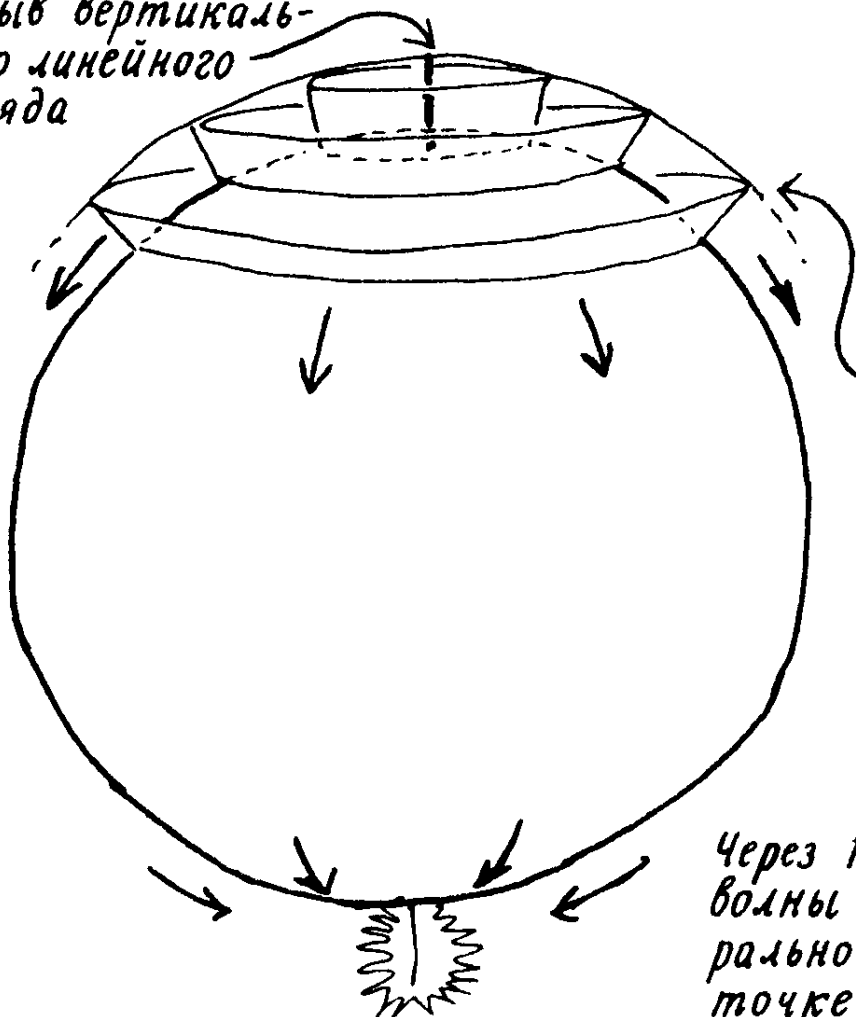
СЕЙСМИЧЕСКАЯ УДАРНАЯ ВОЛНА

Источник
ударной
волны



Геометрическое место
точек, из которых одновре-
менно возникшие ударные волны
через время t сходятся в точке S

Взрыв вертикаль-
ного линейного
заряда



ТЕОРИЯ „ГАЛЕРЕИ ШЕПОТОВ”

Концентрически расши-
ряющийся фронт
звуковой волны

Через 16 ч фронт звуковой
волны сходится в диамет-
рально противоположной
точке

противоположной точке планеты. Но если на всю высоту атмосферы установить вертикальный, длинный и тонкий громкоговоритель, излучающий звук радиально по всей своей длине, то этот звук можно будет принимать на аналогичный по конструкции микрофон, поставленный в диаметрально противоположной точке Земли. Звук придет в эту точку всего через 16 ч, причем подслушивание переговоров исключено: повсюду, за исключением областей вблизи громкоговорителя и микрофона, энергия звуковых колебаний распределена в очень большом объеме воздуха, так что зарегистрировать ее просто невозможно. Для проверки своей идеи Дедал придумал впечатляющий опыт. Привяжем высотный аэростат за длинный бикфордов шнур, воспламеняющийся мгновенно. Как только мы запалим шнур, он взорвется сразу по всей своей длине и в атмосфере начнет распространяться ударная волна, которая через 16 ч произведет

в диаметрально противоположной точке земного шара громовой удар, а возможно, и кое-что пострашнее. Подобный метод диверсии особенно опасен для высотных объектов: телевизионных мачт и башен, небоскребов и т. д. К счастью, вряд ли когда-нибудь удастся изобрести водородную бомбу в палец толщиной и несколько километров длиной. Дедал размышляет также над созданием длинной вакуумной бомбы. Взрыв длинной вакуумной бомбы, вертикально расположенной в атмосфере, создаст волну разрежения, которая, обогнув земной шар со всех сторон, создаст вакуумную область в диаметрально противоположной точке Земли. Попавшие в эту область здания взорвутся изнутри, а вода испарится. Причину столь необычного явления, возможно, будут искать в той термодинамически невероятной случайности, когда молекулы воздуха разом покидают занимаемый ими объем.

New Scientist, October 21, 1976

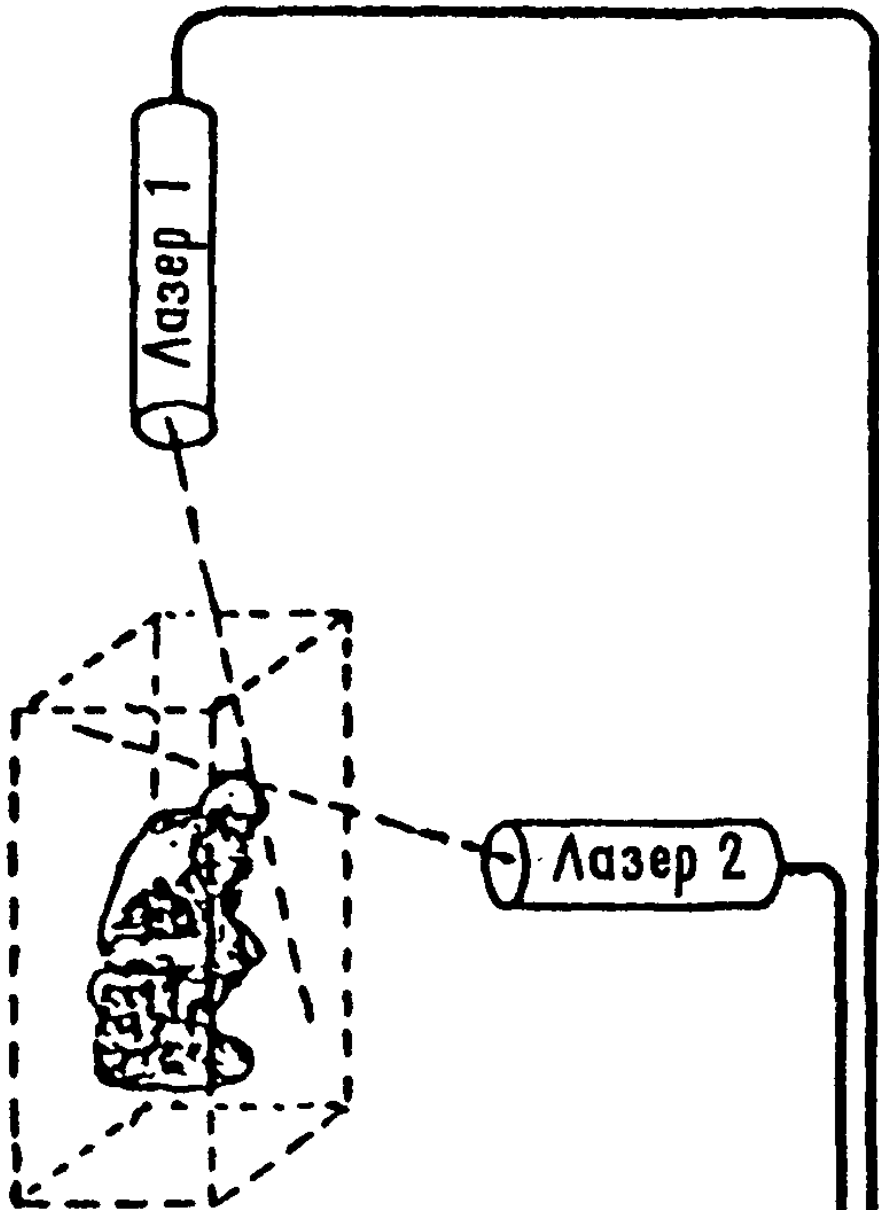
Лазер-ваятель

Всю неделю Дедал размышляет о новых принципах формовки пластических масс. Многие пластмассы получают из жидкости (мономера), полимеризующейся в твердое состояние под действием ультрафиолетового излучения или даже видимого света. Таким образом, луч лазера, проходя через сосуд с жидким мономером, должен оставлять на своем пути полимеризованную нить. В отделе химической физики фирмы КОШМАР экспериментируют со сложными системами зеркал, расставленных вокруг сосуда с жидким мономером. Многократно отражаясь между зеркалами, луч лазера огибает весь сосуд, где в результате получается хитросплетенные полимеризованных волокон. Меняя положение зеркал, можно получить все что угодно — от салфетки для протирания очков до вязаного жилета; при этом не требуется никаких движущихся механических частей. Этот остроумный процесс подвластен неограниченному совершенствованию: например, перемещая луч лазера, можно изготавливать пластмассовые листы и

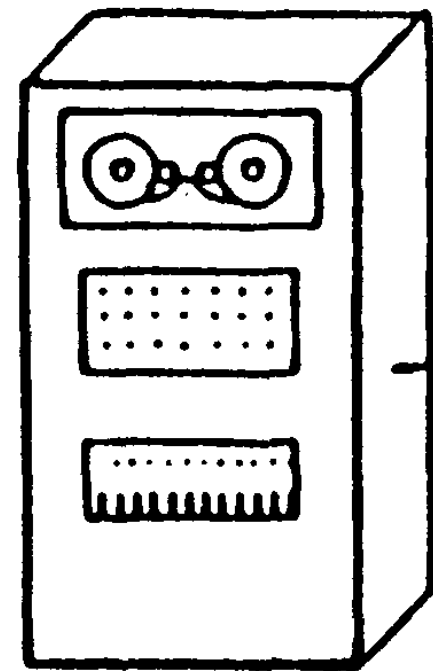
трубы самой сложной формы. Специалисты по ядерной физике фирмы КОШМАР разрабатывают «пластиковую камеру» (по аналогии с пузырьковой камерой для регистрации элементарных частиц), в которой частицы высокой энергии (намного превосходящей энергию УФ-излучения) оставляют след в виде тонкой полимерной линии. Таким образом, исследователь получает не просто фотографию, а трехмерную модель взаимодействия частиц.

Но Дедал неутомимо развивает и совершенствует свое творение. Он подбирает реакции полимеризации, идущие в две стадии, причем катализатором для каждой стадии служит свет определенной длины волны. Тогда полимеризация жидкости в сосуде будет происходить в точке скрещивания лучей двух лазеров с соответствующими длинами волн. Перемещая точку пересечения лучей внутри сосуда, можно получать твердые объекты самой замысловатой формы — даже с самопересекающимися частями, которые нельзя отформовать традицион-

**ТРЕХМЕРНОЕ
ИЗОБРАЖЕНИЕ
НА ФОТО-
РЕЗИСТЕ**



УПРАВЛЕНИЕ ЛАЗЕРАМИ



МИНИ-КОМПЬЮТЕР

ными способами отливки или штамповки. Тяжелые и дорогостоящие стальные формы оказываются ненужными, и конструкторы получают возможность осуществлять в «лазерной ванне» любые творческие капризы. Использование программно-числового управления позволяет получать нужное количество абсолютно одинаковых предметов — от свитеров, вывязываемых бегущей точкой пересечения лазерных лучей, до садовых скульптур, монолитно полимеризуемых путем сканирования лазерным лучом по всему объему. Этот бесшумный, исключительно гибкий процесс массового производства разнообразных изделий позволяет даже создавать «смешанные» конструкции, — например, опустив пару линз в ванну с мономером и «нарастив» на них оправу, можно изготовить очки. Вообще, весь процесс весьма напоминает рисование веселых объемных «дудлов». Жаль только, что эту процедуру придется проделать в темноте или при специально подобранном монохроматическом освещении, так как под действием света вещество в сосуде быстро затвердевает.

New Scientist, October 3, 1974

Фирма КОШМАР получает предупреждение о нарушении патентного законодательства

Вскоре после опубликования изложенной идеи на страницах журнала фирма КОШМАР получила копию искового заявления. Заявление исходило от Унна Келли Суэйнсона и калифорнийской компании «Формиграфик Энджин» и обращало наше внимание на один пункт британского патента № 1 240 043, выданного

18 августа 1971 г. г-ну Суэйнсону:

ПУНКТ 2. Метод изготовления трехмерных объектов, состоящий в направлении в объем чувствительной к излучению среды по меньшей мере двух различных пучков излучения, пересечение которых определяет активную зону, причем упомянутая среда включает активные системы, порознь чувствительные к каждому типу излучения таким образом, что возбуждение каждой из них в отдельности не ведет к формированию объекта, тогда как совместное их возбуждение способно оказывать такое действие, и в передвижении пучков излучения внутри упомянутого объема таким образом, что активная зона, перемещаясь внутри объема, формирует внутри материала зону, подвергнутой действию излучения и имеющую вид желаемого объекта, которая сама по себе или после надлежащей обработки дает перманентный объект или его слепок.

Далее в исковом заявлении утверждалось, что «с момента выдачи упомянутого британского патента ответчик рекламировал использование предметов или продуктов, отвечающих описанию и заявкам настоящего британского патента, что является нарушением прав держателя патента» Устрашившись судебного разбирательства, фирма КОШМАР отказалась от своих притязаний и принесла извинения.

Г-н Суэйнсон любезно приложил к письму фотографии объектов, изготовленных описанным образом, а позднее сообщил и о дальнейшем развитии своей идеи. К 1978 г. фирма «ОМТЕК Репликейши» получила американский патент № 4 078 229 на процесс, использующий программно-числовое управление и очень схожий с тем, который предлагал Дедал.

Радиоактивная левитация

Уже сейчас становится ясно, что одна из главнейших проблем ядерной технологии — уничтожение радиоактивных отходов. Эти невероятно опасные вещества стоят особняком в ряду прочих отходов современного производства: они не подвергаются вторичной переработке и нуждаются в надежной изоляции на столетия, пока их радиоактивность не сни-

зится до приемлемого уровня. Не так давно — вполне в духе фирмы КОШМАР — было выдвинуто предложение направлять радиоактивные отходы в глубь Земли, используя нисходящие конвекционные потоки в мантии планеты. Теперь Дедал предлагает иной и едва ли более технологичный способ справляться с радиоактивным «мусором» — выбрасывать его в косми-

ческое пространство. Для этой цели Дедал изобретает радиоактивную ракету. Многие тяжелые радиоактивные ядра при распаде испускают альфа-частицу, испытывая при этом значительную отдачу. Если бы все альфа-частицы испускались в одном направлении, можно было бы получить постоянную тягу.

Вначале Дедал хотел поместить радиоактивное вещество в магнитное поле, чтобы все ядра ориентировались одинаково, но затем решил, что гораздо проще будет установить экран, позволяющий альфа-частицам вылетать только в одном направлении. По его расчетам, радиоактивное вещество с периодом полураспада меньше суток способно преодолеть земное притяжение! Вещества с более коротким периодом полураспада смогут поднять груз, превышающий их собственный вес. Поэтому специалисты по ядерным реакторам фирмы КОШМАР пытаются установить такой режим работы реактора, который обеспечивал бы получение короткоживущих изотопов в количестве, достаточном, чтобы они могли потянуть за собой все отходы. Масса каждой отдельной ракеты может исчисляться килограммами или даже граммами — расчет не накладывает никаких ограничений на абсолютную массу вещества; эти ракеты будут бесшумно взмывать вверх, унося от реактора свой страшный груз. Чтобы придать проекту законченность, Дедал предлагает направлять эти ракеты на Солнце. Испускаемые ракетой альфа-частицы, поглощаясь в воздухе, создадут яркий шлейф, но не достигнут поверхности Земли. К сожалению, подобный проект едва ли пригоден для наземного транспорта.

New Scientist, January 7, 1971

Из записной книжки Дедала

Пусть мы имеем M кг радиоактивного изотопа с молярной массой A . Тогда в образце содержится $N = MN_A/A$ атомов, где N_A — число Авогадро. Если период полураспада составляет $\tau_{1/2}$ с, то число распадов на один атом в 1 с равно $\ln 2/\tau_{1/2}$, а для всей массы M число распадов в секунду составляет

$$n = N \ln 2 / \tau_{1/2} = \ln 2 M N_A / A \tau_{1/2}$$

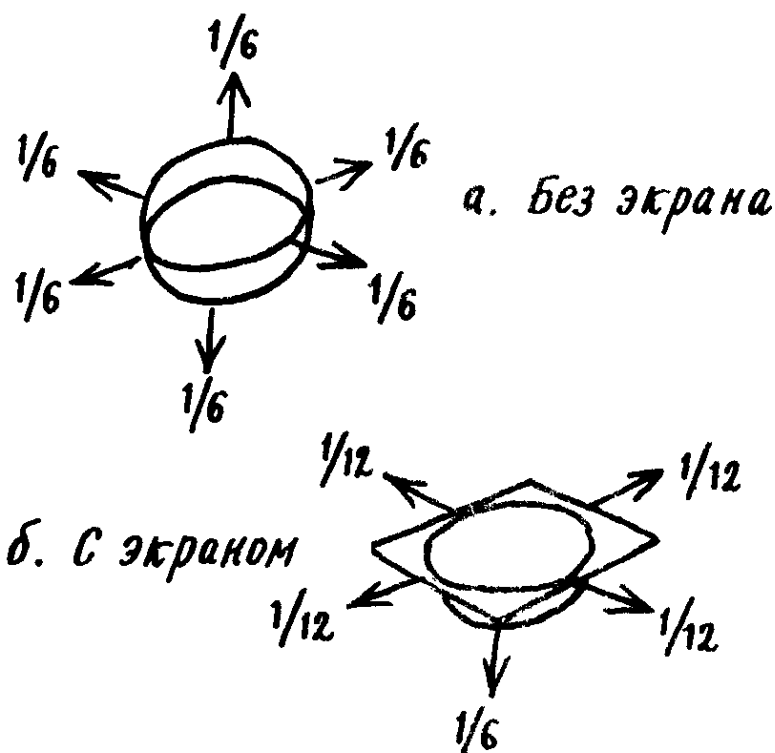
При каждом распаде вылетает альфа-частица с массой m и энергией $E = mv^2/2$, импульс которой равен $mv = \sqrt{2Em}$. Путем простого экранирования образца мы можем направить примерно $1/6$ импульса вниз, около $1/3$ импульса рассеется радиально в стороны, а составляющая импульса, направленная вверх, будет равна нулю (рис. 1) Результирующая тяга равна

$$\dot{m}v = n \sqrt{2Em} / 6M$$

(точка сверху обозначает дифференцирование по времени). Под действием этой силы масса M получает ускорение

$$a = \dot{m}v / M = n \sqrt{2Em} / 6M = \ln 2 N_A \sqrt{2Em} / 6A \tau_{1/2}$$

Учитывая, что $N_A = 6,02 \times 10^{23}$ моль⁻¹, а масса альфа-частицы $m = 6,67 \times 10^{-27}$ кг, получим $a = k \sqrt{E} / A \tau_{1/2}$, где $k = 8,0 \times 10^9$ кг^{1/2}/моль.



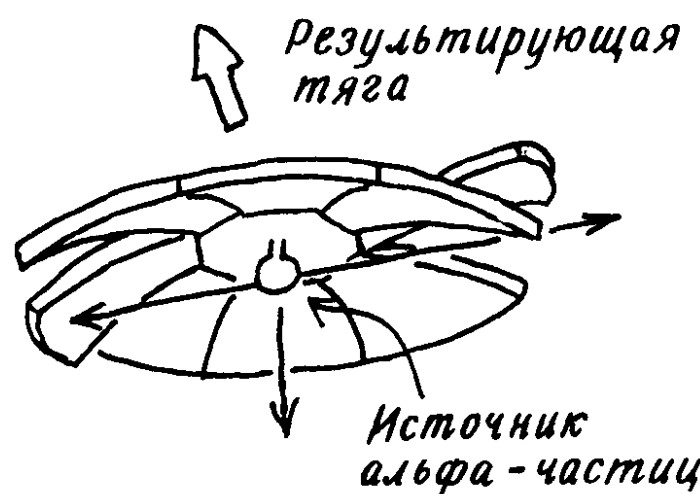
1. Распределение импульса излучения

Альфа-частицы имеют обычно энергию порядка 1 МэВ ($1,6 \times 10^{-13}$ Дж). Чтобы наш изотоп взлетел, его ускорение a должно быть больше g . Возьмем какой-нибудь «энергичный» изотоп, например ^{250}Fm : тогда $A = 0,250$ кг/моль, $\tau_{1/2} = 1800$ с, $E = 7,43$ МэВ; получаем $a = 19$ м/с²; для ^{248}Es ($A = 0,248$ кг/моль,

$\tau_{1/2} = 1500$ с, $E = 6,87$ МэВ) получаем $a = 23$ м/с². Похоже, что правильно подобранный изотоп не только поднимет собственный вес, но и унесет с собой такое же или даже большее количество других отходов.

Если подать на экран положительный электрический потенциал в несколько МВ, чтобы все положительно заряженные частицы (а не 1/6 их числа) отражались от экрана вниз, можно увеличить тягу еще в 6 раз.

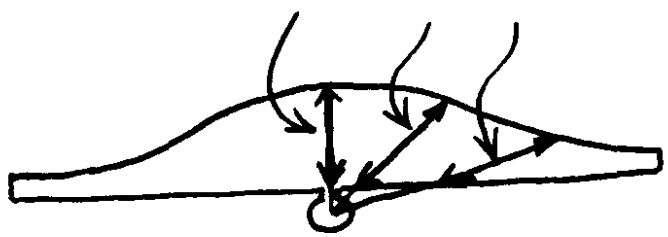
Управление полетом. Наиболее очевидное решение — устроить на экране подвижные закрылки, которые перехватывают часть бокового излучения, изменяя тем самым направление результирующего импульса (рис. 2). Для уменьшения веса аппарата бортовое оборудование следует свести к минимуму и управлять им



2. Принцип управления

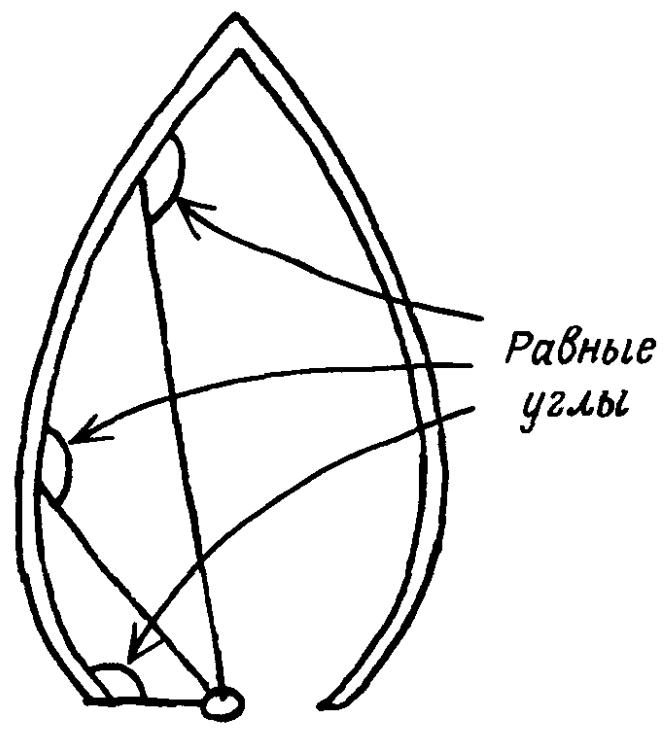
с Земли. Какой формы должен быть экран, чтобы он при минимальной массе наиболее эффективно задерживал излучение? Край плоской пластины можно сделать тоньше, поскольку частицы будут пересекать ее под углом (рис. 3). Можно изготовить защитную оболочку логарифмического профиля, чтобы все аль-

Равные расстояния



3. „Равносторонний” экран

фа-частицы падали на нее под тупым углом (рис. 4). Дополнительное достоинство такой оболочки состоит в том, что при движении в земной атмосфере дополнительное экранирование будет обеспечивать находящийся в ней воздух.



4. „Равноугольный” экран

Выбор траектории. В отличие от обычных ракет радиоактивная ракета создает тягу в течение продолжительного времени, но эта тяга экспоненциально убывает со временем. Однако по мере удаления ракеты от Земли сила земного притяжения уменьшается пропорционально квадрату расстояния, так что потребность в тяге также снижается. Возникает задача найти такое соотношение между этими двумя факторами, при котором ракета сможет уйти в космическое пространство. Например, для изотопа с периодом полураспада 1,5 ч начальная тяга должна превышать начальный вес всего на 7,6%; тогда ракета преодолет земное притяжение и достигнет в космосе скорости, равной почти 30 км/с.

Комментарий Дедала

Примерно через год после опубликования этой заметки Джеймс Шлезинджер, председа-

тель Комиссии по атомной энергии США, вполне серьезно предложил избавляться от радиоактивных отходов, запуская их при помощи ракет на Солнце. Он ограничивался использованием обычных химических ракет, не подозревая, что отходы могут сами создавать реактивную тягу. Редактор журнала *New Scientist*, не зная, что эта идея родилась в его собственном издании, высоким стилем раскрыл проект, назвав его «грудой радиоак-

тивного мусора» (*New Scientist*, Febr. 10, 1972, p. 307). Но идея не пропала втуне. В 1977 г. Р. Николз писал об этом в редакцию журнала *Nature* (269, p. 556), а 10 января 1980 г. *New Scientist* опубликовал сообщение происходившей в Сан-Франциско конференции Американской ассоциации по научному прогрессу, на которой С. Розен высказался в пользу уничтожения ядерных отходов с помощью ракет. Пожалуй, настало время изобретать свинцовый зонтик!

Фокус с канатом и космическая ракета

Обычные ракеты на химическом топливе весьма несовершенны в том отношении, что значительная часть их начальной тяги расходуется на подъем необходимого запаса топлива. Насколько более экономично и разумно было бы поднимать топливо заранее и пополнять его запас в ракете по мере набора ею высоты! Размышляя об этом, Дедал придумал ракетную пусковую установку, несколько напоминающую трюк с канатом, демонстрируемый индийскими факирами. Дедал вспоминает об огнепроводном шнуре, используемом для взрывных работ, который сгорает почти мгновенно: со скоростью 8000 м/с. Перед химиками фирмы КОШМАР поставлена задача разработать такой шнур, в котором горение начинается медленно, но распространяется с ускорением, скажем, 7g. Длинный кусок шнура можно было бы опустить с аэростата вниз и заправить в трубчатую ракету таким образом, чтобы конец его выходил из ее сопла. Если зажечь шнур снизу, то пламя в нем будет распространяться так, чтобы ракета двигалась вверх по шнуру. С этого момента надобность в аэростате отпадает: шнур, падающий вниз с ускорением 1g, останется в воздухе в течение времени, достаточного для прохождения ракеты.

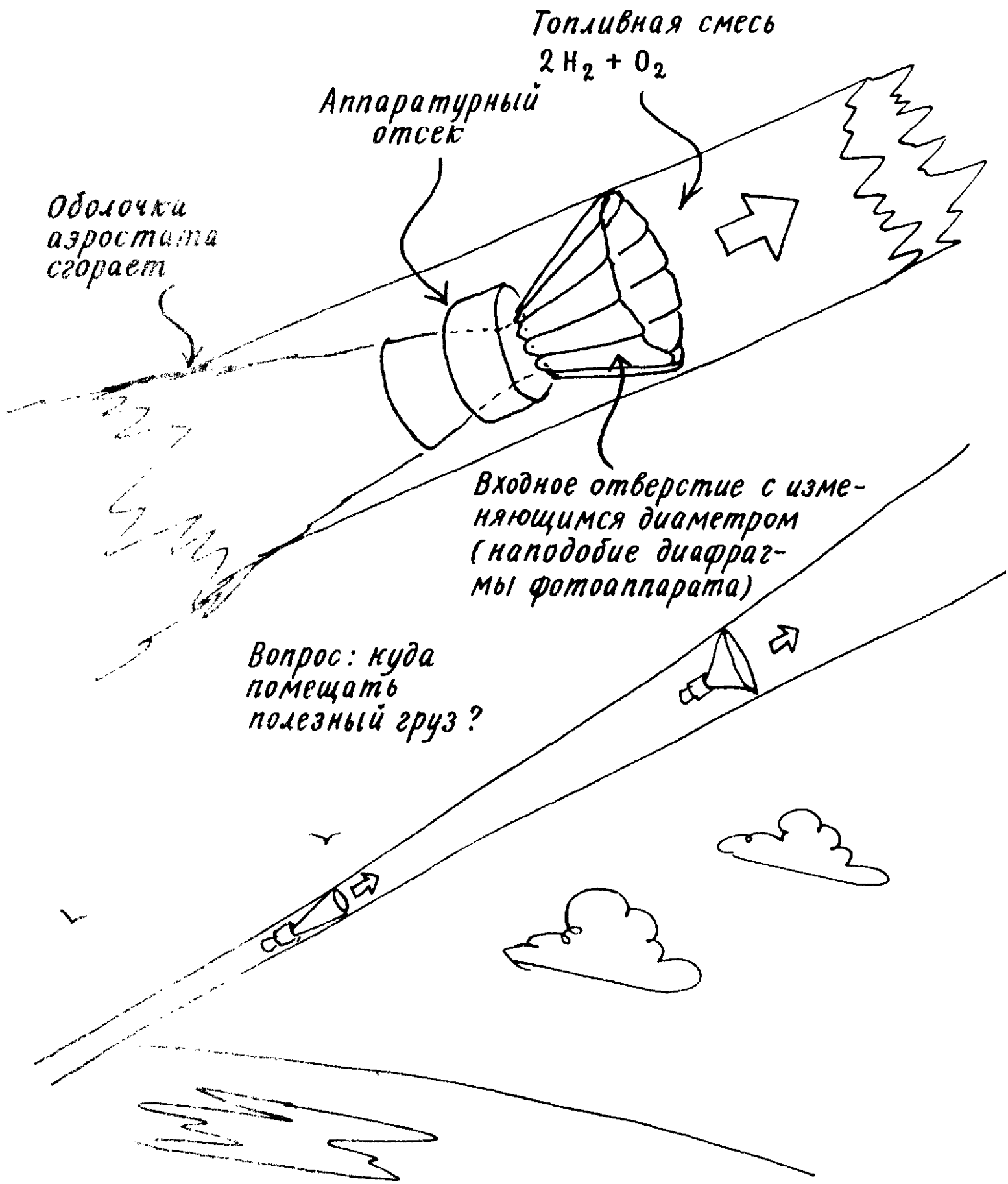
Возникает, однако, некоторая трудность. Чтобы вывести стотонную ракету на орбиту, потребовалось бы 5000 т толстого огнепроводного шнура. Как поднять в воздух и удерживать такую тяжесть? Дедал нашел блестящее

решение: нужно взять лучшее из известных ракетных топлив — смесь водорода с кислородом и наполнить этой смесью длинный-предлинный аэростат-колбасу. По расчетам Дедала, вертикально расположенный аэростат радиусом всего в 1 м способен создать реактивную тягу в 10^7 Н. В нижней части аэростата (где ракета движется с небольшой скоростью) газы в нем разделены перегородкой из горящего с ускорением огнепроводного шнура — по мере сгорания перегородки кислород и водород смешиваются и сгорают в сопле ракеты. Когда ракета разгонится до скорости, превышающей скорость распространения пламени в смеси кислорода с водородом (около 3000 м/с), перегородка становится ненужной. Тогда смесь в сопле ракеты можно поджигать с помощью лазера. Дедал также увлечен осуществлением противоположного проекта: торможения и плавной посадки космических кораблей при помощи бикфордова шнура, скорость горения которого велика в верхней части и постепенно замедляется книзу. Но чтобы спускаемый аппарат «оседлал» верхний конец шнура, потребуется только очень высокая навигационная точность.

New Scientist, September 20, 1973

Из записной книжки Дедала

Пусть радиус нашего аэростата равен всего лишь 1 м. Тогда его объем на метр длины равен $V = \pi r^2 \cdot l = 3 \text{ м}^3$; при составе смеси



$2\text{H}_2 + \text{O}_2$ этот объем содержит $2 \text{ м}^3 \text{ H}_2$. Плотность водорода при нормальных условиях составляет $0,09 \text{ кг/м}^3$, так что на каждый метр длины аэростата приходится $0,18 \text{ кг H}_2$. Удельная теплота сгорания водорода равна 121 МДж/кг , и при сгорании водорода, проходящего на метр длины аэростата, выделяется энергия $E = 121 \times 0,18 = 22 \text{ МДж}$. Тогда ракета, движущаяся со скоростью $v \text{ м/с}$, развивает мощность $P = 22 \text{ МВт}$, что эквивалентно тяге в $22 v/v = 22 \text{ МН(!)}$. Принимая $\text{кпд} = 45\%$ (многовато даже для ракеты), мы получим тягу в 10 МН , не зависящую от скорости ракеты.

Замечание. Коэффициент полезного действия предлагаемой ракеты должен превосходить кпд обычных ракет. У обычной ракеты скорость истечения газов постоянна относительно сопла ракеты и уменьшается в системе отсчета, связанной с Землей. В нашей же ракете скорость истечения газов постоянна по отношению к неподвижному аэростату. Поэтому в системе ракеты скорость истечения газов увеличивается

по мере ускорения движения ракеты, так что кпд также должен повышаться.

Задача. С увеличением высоты над поверхностью Земли атмосферное давление понижается, поэтому, если мы хотим, чтобы масса содержащегося в аэростате газа (в расчете на 1 м длины) оставалась постоянной, диаметр аэростата должен увеличиваться с высотой. В таком случае ракета должна представлять собой как бы поршень, движущийся *внутри* аэростата, захватывающий газ и сжигающий его в своих двигателях. Ракету можно снабдить заборным соплом, диаметр которого автоматически приводится в соответствие с диаметром аэростата. Реальная толщина атмосферы (около 50 км) может оказаться недостаточной для ускорения ракеты до первой космической скорости (8 км/с). Но поскольку аэростат невесом, мы без труда сможем расположить его под углом и увеличить таким образом путь разгона. Это также уменьшит необходимость в коррекции траектории для вывода ракеты на орбиту.

Термодинамический культуризм

Многие женщины пытаются избавиться от лишнего веса, но часто даже самые строгие диеты оказываются бесполезными. Внутренний «весостат», поддерживающий вес человека постоянным, очень трудно сбить с толку: организм просто начинает более эффективно извлекать из пищи питательные вещества, чем сводит на нет действие любой диеты. По мысли Дедала, однако, очень многие из желающих похудеть могли бы значительно улучшить свою внешность, не сбрасывая веса, а просто более рационально перераспределяя имеющиеся жировые отложения. Такое перераспределение не должно встречать противодействия со стороны «весостата» и поэтому, возможно, вполне осуществимо. Почему жировые ткани так важны? Да потому, что жир накапливается непосредственно под кожей и служит теплоизоляцией. Значит, должен существовать какой-

то физический механизм, обеспечивающий отложение жира там, где он особенно необходим, — на участках, подвергающихся сильному охлаждению. Дедал указывает на наиболее очевидный механизм: жир, как и большинство других веществ, лучше растворяется в жидкостях при высоких температурах, чем при низких. Поэтому даже у тех людей, у кого жировой обмен в целом стабилизирован, жир должен растворяться на более теплых участках тела и переноситься током крови к участкам, подвергающимся охлаждению. Похоже, что это предположение подтверждается практикой: не так давно медики выступили с предостережением, что мини-юбки делают ноги толстыми!

Итак, Дедал предлагает способ совершенствования женской фигуры, заключающийся в охлаждении мест, обделенных приро-

дой, и подогревании архитектурных излишеств. Дамы, страдающие «грушевидным синдромом», могут умножить свои прелести путем ношения панталон с электроподогревом и охлаждаемого бюстгалтера «рефрилиф» фирмы КОШМАР. Охлаждаемые лифчик и штанишки в сочетании с подогревным кушаком помогут исправить излишнюю строгость линий. Кое-кто, быть может, склонен предоставить недоразвитые формы воле стихии, но Дедал считает, что всепогодные термостатированные корсеты обеспечивают гораздо более приличное и универсальное решение проблемы.

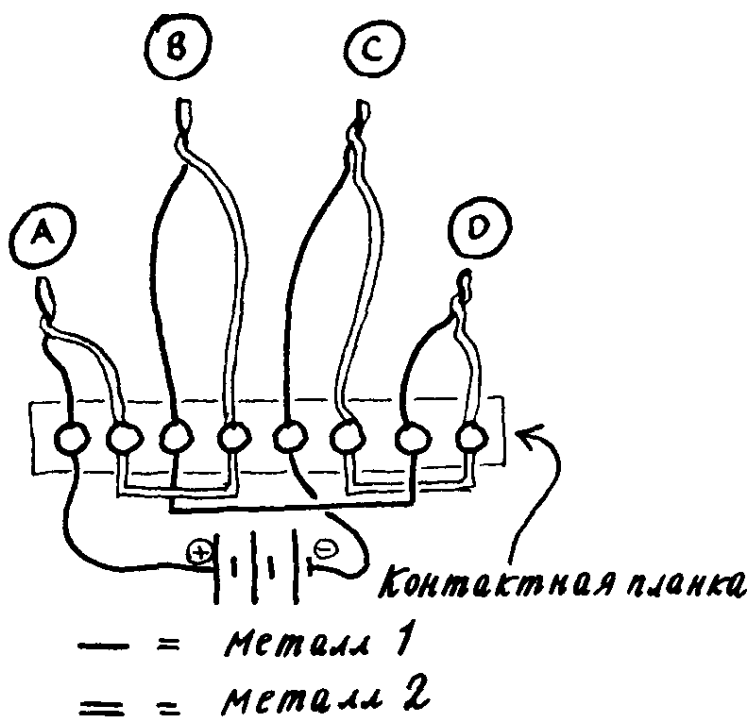
Коль скоро общее количество жира остается неизменным, лучшие образцы исправляющих фигуру корсетов должны быть «адиабатическими»: все тепло, отбираемое от охлаждаемых участков, перекачивается к тем участкам тела, которые нуждаются в обогреве. При этом пациент не будет испытывать общего ощущения перегрева или переохлаждения. Естественно было бы воспользоваться для этих целей термоэлектрическим эффектом Пельтье: выделением тепла или холода на спае двух различных металлов в зависимости от полярности их подключения к источнику тока. Если встроить в одежду большое число термодпар, из которых половина нагревается, а другая половина охлаждается, то такое платье станет своеобразным тепловым насосом, перекачивающим выделяемое телом тепло в соответствии с заданной программой. Вследствие малой разности температур между горячими и холодными спаями подобный тепловой насос будет иметь очень высокий КПД и при незначительном потреблении электроэнергии от небольшой батареи сможет перекачивать существенное количество тепла. «Адиабатические корсеты» фирмы КОШМАР будут заполнены термодпарами, соединение которых в общую цепь осуществляется в соответствии с программой, введенной в центральный блок управления. Гибкая, оперативно корректируемая программа обеспечит быструю и уверенную эволюцию фигуры пациентки к сокровенному идеалу.

New Scientist, September 30, 1971

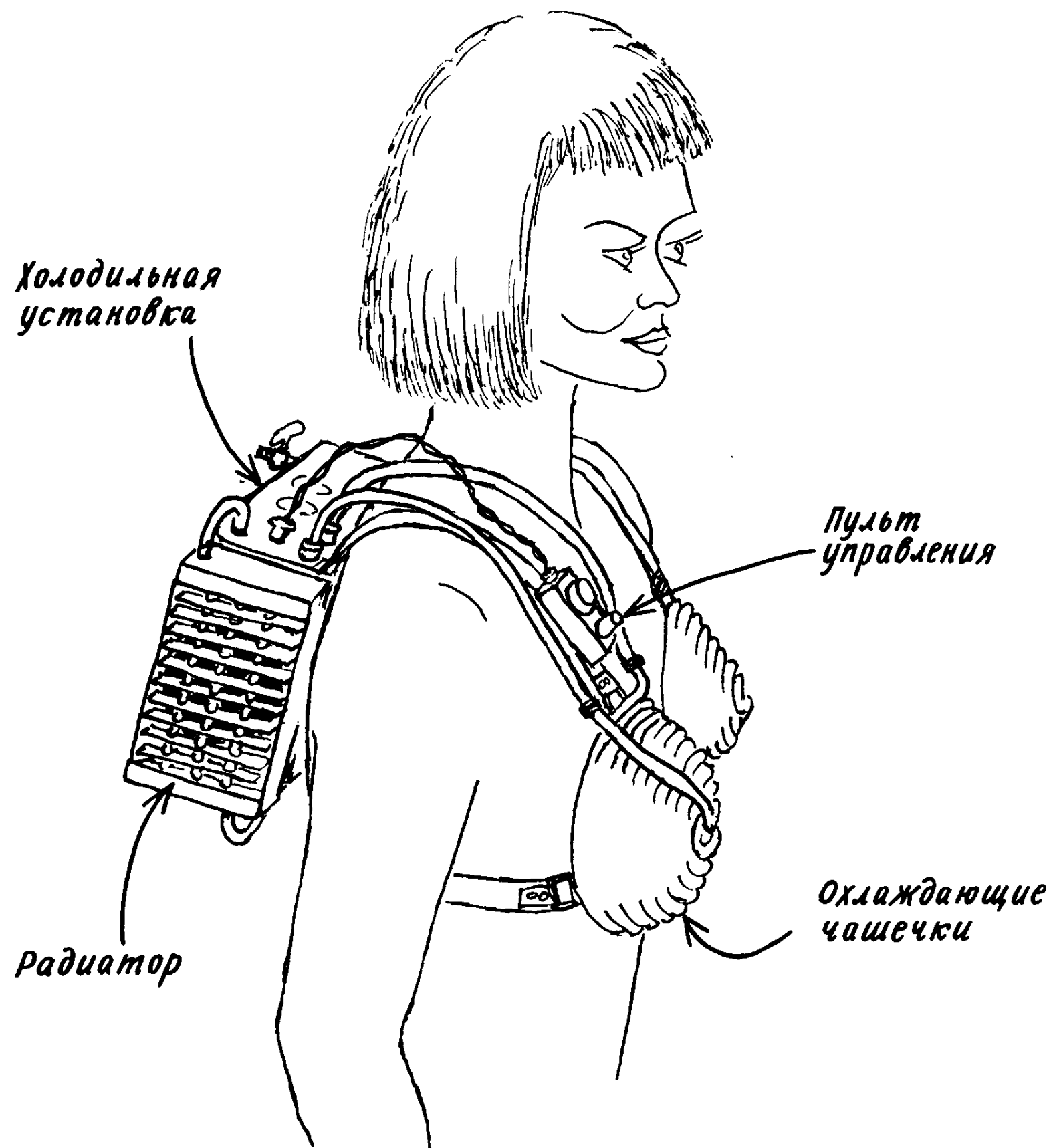
Из записной книжки Дедала

Принцип действия адиабатического нижнего белья

(показаны соединения, необходимые для того, чтобы спаи А и D нагревались, а В и С охлаждались)



(Выделение или поглощение тепла зависит от полярности включения спая)



Экспериментальный образец «рефрилифа». (Серийная модель будет более привлекательной.)

Дедал размышляет о резонансных свойствах Луны, открытых во время полетов космических кораблей «Аполлон». Дедал вспомнил о том, что солдатам, марширующим по мосту, подается команда «сбить ногу» — это предотвращает возможность опасного резонансного раскачивания конструкции ([4], с. 43, 182). Дедал полагает, что подобные меры предосторожности будут не лишни и на Луне. Шутники-ученые уже успели вызвать гнев защитников природы предложением взорвать на Луне ядерный заряд, чтобы исследовать лунные резонансы. Фирма КОШМАР планирует еще более радикальный эксперимент, в ходе которого установленный на Луне молот станет упорно колотить по ее поверхности с частотой, подобранной таким образом, что в конце концов Луна — как бокал, резонансно возбуждаемый голосом оверного певца, — разлетится вдребезги. В результате вокруг Земли образуется кольцо, напоминающее кольцо Сатурна, что будет приятно разнообразить наше ночное небо. К счастью, из-за значительного затухания сейсмических волн на поверхности Луны подобная земная машина не будет обладать достаточной разрушительной силой. Однако техника регистрации слабых сейсмических колебаний достигла в наши дни такого совершенства, что Дедал предлагает проект сейсмической системы связи, состоящей из передатчика, возбуждающего колебания земной поверхности, и приемного устройства, включающего датчик (что-то вроде граммофонного звукоснимателя), усилитель и наушники. Использование стандартных приемов частотной и амплитудной модуляции позволит выделить большое число каналов связи, а узкополосные фильтры отсекут посторонние шумы, вызванные землетрясениями и подземными ядерными взрывами. Дальность такой связи принципиально не ограничена, хотя для действительно дальней связи в качестве передатчика придется использовать некое подобие непрерывно модулируемого взрыва. Поэтому Дедал направляет свои усилия на создание системы связи ближнего радиуса действия, он уже разработал кон-

струкцию приемопередающих ботинок, острорезонансные, чувствительные к колебаниям подметки которых соединяются со шлемофоном. Аппарат предполагается даже снабдить звончком для оповещения о вызове. На Луне, где радиосвязь затруднена из-за отсутствия ионосферы и большой кривизны поверхности, эта система не будет иметь себе равных.

New Scientist, January 8, 1970

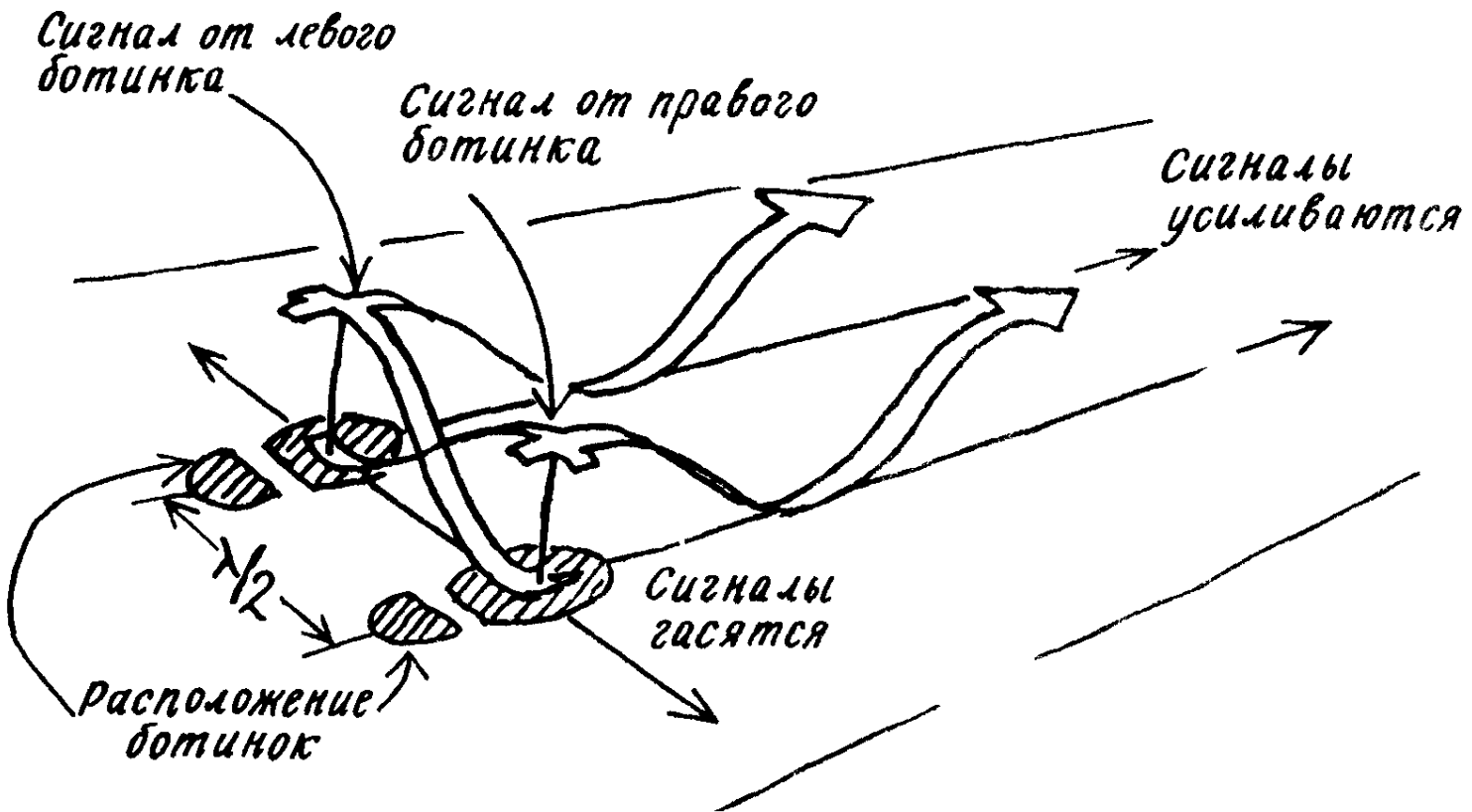
Из записной книжки Дедала

Изотропные сейсмические волны, распространяясь в объеме Земли, затухают пропорционально квадрату расстояния. Рэлеевские поверхностные волны, распространяющиеся, подобно морским волнам, вдоль поверхности твердого тела, затухают пропорционально расстоянию в первой степени и поэтому, вероятно, более пригодны для наших целей. (По всей видимости, именно благодаря рэлеевским волнам индеец, припавший ухом к земле, слышит топот копей приближающегося неприятеля.) Скорость распространения поверхностных волн составляет примерно 90% скорости распространения сдвиговых возмущений (скажем, 3 км/с в граните), так что время прохождения сигнала не слишком велико. Для возбуждения поверхностных волн подметка ботинка должна колебаться наклонно, а не перпендикулярно к поверхности Земли. В качестве передатчика изобретенные Дедалом ботинки обладают немаловажным достоинством: масса и звукопоглощающее свойство человеческого тела способствуют тому, что основная доля энергии колебаний направляется вниз, в землю. Однако их использование в качестве приемника, наверное, будет затруднено наличием скрипа и прочих шумов, исходящих от владельца. Поэтому, быть может, есть смысл использовать для приема трость, соединенную проводом со шлемофоном. Пьезоэлектрическим преобразователям следует отдать предпочтение перед электромагнитными: они легче, проще по конструкции, надежнее и, кроме того, лучше приспособлены

БОТИНОК ДЛЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ



Пара ботинок в качестве фазового излучателя



для возбуждения поперечных колебаний. Для работы в режиме передачи потребуется надежный источник питания, способный давать высокое напряжение.

Комментарий Дедала

С этим проектом фирма КОШМАР потерпела полное фиаско. Вскоре после появления нашей заметки мне попала статья К. Икрата и У. Шнайдера «Связь при помощи сейсмических волн с использованием резонансных сейсмопреобразователей на частоте 80 Гц» (*IEEE Transactions*, COM-16(3), June 1968, p. 439). Сотрудники электронного подразделения армии США, используя электромагнитные

преобразователи мощностью 10 и 200 Вт, показали возможность передачи сигналов на расстоянии до 1 км. В основном они возбуждали, по-видимому, изотропные сейсмические возмущения; исключение составляют несколько интересных опытов, проведенных на льду озера, в ходе которых удавалось возбудить изгибные моды колебаний льда, распространяющиеся вдоль поверхности с малыми потерями. Иногда, однако, возбуждались также связанные колебания прилегающего слоя воздуха. В одном эксперименте удалось осуществить передачу колебаний льда и воздуха в связанном режиме. «Отчетливо слышимый треск, похожий на шум ломающегося льда, заставил команду ретироваться на берег», — пишут авторы статьи.

По морям, по волнам

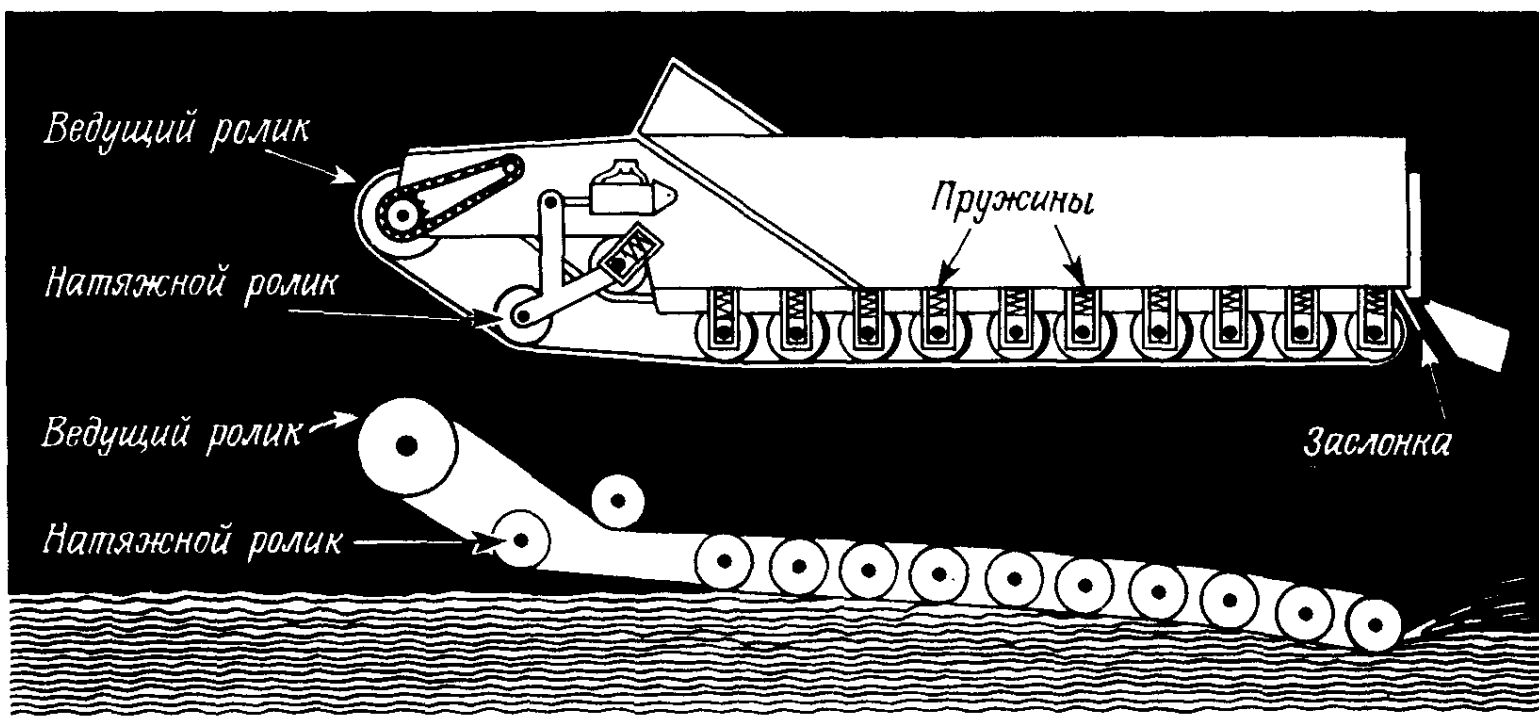
Дедал размышляет о судах, представляющих новое поколение водных транспортных средств: глиссерах, судах на подводных крыльях и воздушной подушке. Хотя эти аппараты при движении испытывают гораздо меньшее сопротивление, чем обычные суда, их предельная скорость существенно ограничена (если не считать аппаратов на воздушной подушке). Типичное подводное крыло, подобно водной лыже, представляет собой в профиле дугу окружности, пересекающую поверхность воды; Дедал предлагает достроить эту дугу до полной окружности и получить большое колесо. Благодаря своему профилю такое кольцо при движении по воде будет создавать подъемную силу; в то же время, поскольку колесо вращается, сопротивление окажется ничтожно малым. По проекту Дедала, судно устанавливается на четырех больших цилиндрах. Неподвижное судно удерживается на плаву благодаря выталкивающей силе, которую создают частично погруженные цилиндры; при движении же цилиндры выходят из воды. Движителем может служить обычный винт, но можно также снабдить цилиндры небольшими лопастями и вращать их от судового двигателя. Такое судно, подобно аппарату на воздушной подушке, при разгрузке может

выходить на берег. Однако, чтобы обеспечить возможность движения в штормовую погоду, цилиндры, по-видимому, придется делать очень большими в диаметре. Из-за этого, вероятно, всему судну придется придать вид гигантского барабана, внутри которого находится двигательная установка и прочее. Можно использовать и нечто вроде гусениц танков, профиль которых следует подобрать таким, чтобы снизить до минимума гидродинамическое сопротивление. Дедал сомневается, удастся ли управлять таким судном при помощи обычного подводного руля, — возможно, при повороте придется притормаживать гусеницы или вращающиеся цилиндры по одному борту. Во всяком случае, такое судно в отличие от судов всех прочих типов не будет обрастать морскими организмами в подводной части: центробежная сила будет сбрасывать этих «прилипал».

New Scientist, March 10, 1966

Комментарий Дедала

Не прошло и года после опубликования этой заметки, как американцы и русские выступили с аналогичными проектами. *New Scientist* опубли-



«Бегущий по волнам». (С разрешения журнала *New Scientist*.)

ликовал сообщения об этих разработках (см. ниже), а также чертежи американского судна (см. рис.), которые вполне могли бы быть взяты из моей записной книжки. Поэтому я хочу напомнить читателю, что мой проект был опубликован раньше.

New Scientist, June 16, 1966, p. 706:

США. БЕГУЩИЙ ПО ВОЛНАМ

В мартовском номере журнала *New Scientist* (29, p. 638) Дедал размышлял о судах, представляющих новое поколение водных транспортных средств, и пришел к мысли, что наилучшим видом водного транспорта будет судно, способное «бежать» по воде. Патент, описанный в обзоре разработок ВМС США, показывает, что Дедал был не так уж далек от истины.

В патенте, выданном Б. Шепарду, сотруднику Военно-морской оружейной лаборатории в Уайт-Оук (шт. Мэриленд), описывается аппарат, движущийся по воде на гусеницах, подобно тому как танк движется по земле. Ширина ленты, приводящей аппарат в движение, равна ширине судна; лента проходит от носа до кормы и опирается на ролики, установленные под днищем.

Когда лента, а стало быть, и судно, движется с небольшой скоростью, корпус судна погружен в воду. Однако с увеличением скорости судно почти или полностью выходит на поверхность воды. Основное достоинство этой конструкции состоит в значительном уменьшении гидродинамиче-

ского сопротивления при движении с большой скоростью.

По существу, судно движется вперед, в то время как лента по отношению к поверхности воды движется назад.

Для обеспечения максимальной тяги и подъемной силы на всех режимах движения бесконечная лента всегда движется параллельно поверхности воды. Эту задачу не удавалось решить в прежних конструкциях аналогичных судов. В данной конструкции применена пара подвижных роликов, установленных в носовой части, которые позволяют менять угол атаки в широких пределах. Изобретение предусматривает также установку в кормовой части ролика небольшого диаметра, способствующего отрыву потока воды от ленты, а также использование устройства, предотвращающего засасывание воды под днище.

New Scientist, July 13, 1967, p. 78:

СССР. НА КОЛЕСАХ ПО ОКЕАНСКИМ ПРОСТОРАМ

Проводятся испытания нового судна, которое вполне может стать конкурентом как судов на подводных крыльях, так и аппаратов на воздушной подушке. В конструкции используются вращающиеся цилиндры, установленные по обоим бортам на носу и корме судна, которые не только приводят судно в движение, но и создают подъемную силу, так что судно практически не касается воды. В результате гидродинамическое сопротивление существенно уменьшается, что позволяет судну двигаться с большой скоростью. Судя по всему, максимальный КПД достигается при скорости в 75 узлов.

Новое применение эффекта Магнуса было предложено советским инженером Виктором Подорвановым на основании ряда экспериментов по определению подъемной силы, создаваемой вращающимися цилиндрами разного диаметра при различных скоростях вращения и поступательного перемещения. В ходе этих экспериментов была получена точная информация относительно затрат мощности, необходимых для достижения желаемого эффекта. Обращает на себя внимание также тот факт, что подобное судно не создает килевой волны.

Опытный образец судна имеет два больших цилиндра, установленных с обоих бортов в носовой части, и два цилиндра поменьше — в кормовой части. Все четыре цилиндра приводятся в движение одним двигателем посредством гидравлической передачи. В начальный момент все цилиндры частично погружены в воду. Но по мере того, как судно набирает скорость, цилиндры поднимают его корпус все выше над водой — в конце концов корабль практически отрывается от воды и начинает перемещаться скачками. Поэтому его приходится снабжать вертикальным килем-стабилизатором и воздушным рулем, как у самолета. Да и весь корпус судна напоминает по своим очертаниям скорее самолет, чем корабль.

В настоящее время проводятся морские испыта-

ния с целью проверить, как такое судно справляется с волнами. Уже получены некоторые данные относительно эффективности подобного способа передвижения, и разработчики утверждают, что затраты мощности «существенно меньше», чем в случае судна таких же размеров и подводных крыльях. При скорости в 60 узлов цилиндры едва касаются воды, а в промежутках между касаниями судно полностью находится в воздухе. Утверждается, что достигнутая крейсерская скорость в 75 узлов может быть удвоена и даже утроена за счет усовершенствования профиля цилиндров и повышения скорости их вращения.

Если испытания докажут работоспособность конструкции, то такое судно способно конкурировать с аппаратами на воздушной подушке, поскольку оно способно перемещаться и по воде, и по суше. Благодаря цилиндрам такой корабль сможет выкатываться на берег или подниматься по наклонному слипу, а если на цилиндры надеть резиновые шины, то и ездить по дорогам. Этому судну не страшны также бревна-топляки и прочие плавучие предметы, поскольку цилиндры свободно перекатываются над ними. Конструкция запатентована (авт. свид. СССР № 184 641, выд. В. П. Подорванову; опубли. «Бюллетень изобретений», 1966, № 15.— *Ред.*).

Гидрокостюм

Дедал увлекается подводным плаванием, но считает, что существующее снаряжение оставляет желать лучшего. Он предлагает противопоставить основным врагам подводника — холоду и отсутствию воздуха для дыхания — свое новое изобретение: гидрокостюм. Эту идею подсказали ему современные водоотталкивающие ткани, которые не смачиваются водой, но пропускают воздух. По расчетам Дедала, водоотталкивающая ткань с порами диаметром примерно в микрон останется водонепроницаемой даже при гидростатическом давлении в 1 атм. Поэтому он предлагает изготовить для гидрокостюма многослойную ткань из силиконовых волокон диаметром в 1 мкм. Такая ткань по внешнему виду и теплоизоляционным свойствам напоминает шерстяную, однако полностью непроницаема для воды (хотя пропускает воздух и водяной пар).

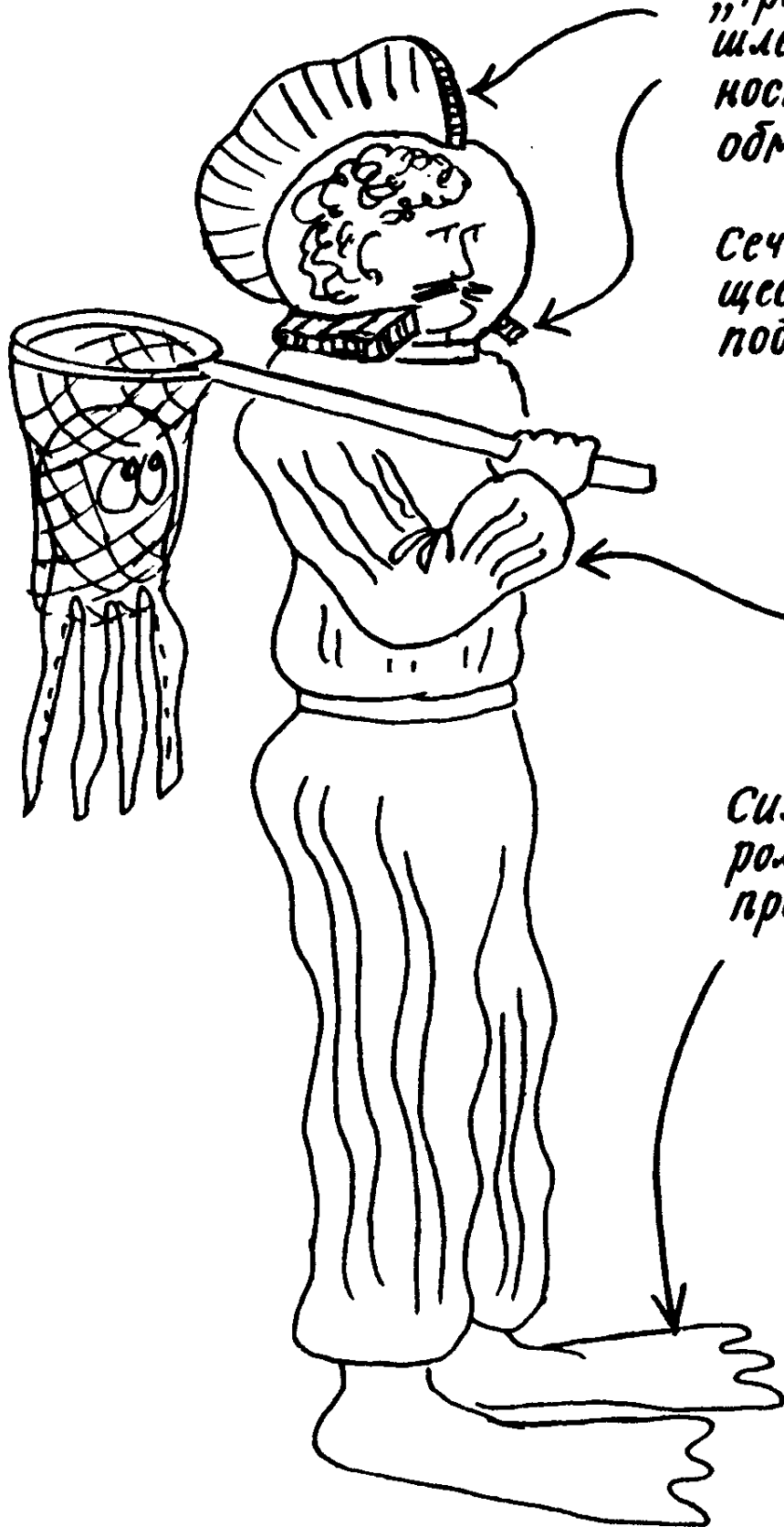
Костюм из такой ткани защищает тело подводника, а на голову надевается прозрач-

ный круглый шлем, герметично соединенный с гидрокостюмом. Воздух поступает в шлем через множество тонких трубочек, соединяющих его с пористой поверхностью гидрокостюма. Как известно, тонкая пленка из силиконовой резины достаточно проницаема для газов и потому может служить «жабрами», впитывающими растворенный в воде кислород и выпускающими в воду углекислый газ. Дедал утверждает, что свободная поверхность воды в микроскопических порах ткани должна еще лучше пропускать эти газы, так что весь гидрокостюм за счет искривления поверхности жидкости в несмачиваемых порах (площадь поверхности жидкости в нем в несколько раз превышает площадь поверхности ткани) будет служить одной огромной «жаброй». Как лягушка, подводник будет дышать поверхностью всего тела; он будет чувствовать себя одинаково свободно в воде и на суше и сможет погружаться на глубину до 10 м, прежде чем водоотталки-

„Гребень” и „борода” создают на шлеме дополнительные поверхности для кислородного обмена

Сечение скафандра, показывающее складки и трубки для подачи кислорода в шлем

Силиконовые ласты играют роль мембран, также проницаемых для кислорода



вающая ткань под действием гидростатического давления начнет пропитываться водой. Но даже и в этом случае миниатюрный баллон с кислородом, создающий избыточное давление в небольшом свободном объеме внутри гидрокостюма, позволит компенсировать действие внешнего давления воды и даст возможность погружаться на более значительную глубину. Впрочем, как и для других обитателей морских глубин, для подводника большую опасность будет представлять загрязнение воды поверхностно-активными веществами, которые ослабляют поверхностное натяжение воды. Вода станет проникать в поры гидрокостюма, и мокрый, продрогший подводник, хватая ртом воздух, постарается быстрее выскочить на поверхность.

New Scientist, November 25, 1976

Какой диаметр должны иметь поры, чтобы ткань не пропускала воду при избыточном давлении в 1 атм ($\Delta p = 10^5 \text{ Н/м}^2$)? Величина поверхностного натяжения воды при 10° С равна $\gamma = 0,074 \text{ Н/м}$; таким образом, радиус отверстия в абсолютно несмачиваемой поверхности составляет $r = 2\gamma/\Delta p = 2 \times 0,074/10^5 = 1,5 \times 10^{-6} \text{ м}$, т. е. диаметр равен 3 мкм. Ткань будет иметь примерно такие поры, если делать ее из волокна, имеющего 1 мкм в диаметре. Однако, вероятно, проще получить микропористую силиконовую пленку.

Какова должна быть площадь поверхности? Площадь поверхности наших легких составляет

примерно 30 м^2 . Вообще, легкие представляют собой просто влажную поверхность: кислород растворяется в воде, смачивающей эту поверхность, и диффундирует в кровь. (Когда наши далекие предки вышли из моря на сушу, они захватили с собой некоторое количество воды для дыхания. Мы по-прежнему получаем кислород из воды — просто эту воду мы носим в себе. Занятно!) Можно предположить, что для получения достаточного количества кислорода из воды нам понадобятся те же 30 м^2 смоченной поверхности. Заметим, однако, что температура легких равна 37° С ; объемная растворимость кислорода в воде при этой температуре составляет всего 0,024, тогда как при 10° С она равна 0,038. Поэтому при более низкой температуре, когда концентрация кислорода в воде выше, можно обойтись меньшей дыхательной поверхностью: $A = 30 \times 0,024/0,038 = 19 \text{ м}^2$. Далее, кислород лучше растворяется в воде, чем азот, поэтому растворенный в воде воздух уже обогащен кислородом. Известный способ обогащения воздуха кислородом путем аэрации воды позволяет довести концентрацию кислорода до 35% (в воздухе его содержание составляет 21%). Поэтому поверхность может быть еще меньше: $A = 19 \times 21/35 = 11 \text{ м}^2$. Наконец, поскольку поверхность воды в порах имеет мениск, эффективная площадь поверхности практически удвоится, так что в конечном счете площадь поверхности гидрокостюма не должна превышать $A = 5,5 \text{ м}^2$. На пошив обычного костюма идет, как правило, 2 — 2,5 м^2 ткани, — ясно, что не так уж трудно увеличить эту цифру вдвое за счет складок, сборок и рюшек.

Тепловой планер (1)

Современная авиация находится в опасной зависимости от топливных ресурсов, но запасы природного топлива, как мы вынуждены признавать, неумолимо истощаются. Даже возвращение к дирижаблям не устранит этой зависимости, а лишь несколько ослабит ее. В то же время, утверждает Дедал, атмосфера сама

является источником даровой энергии, если только у нас достанет ума использовать ее. Дедал имеет в виду быстрое понижение температуры воздуха с увеличением высоты над поверхностью Земли: на высоте 7500 м температура падает до -33° С . Далее Дедал отмечает, что газообразный аммиак легче воздуха, но

ТЕПЛОВОЙ ПЛАНЕР

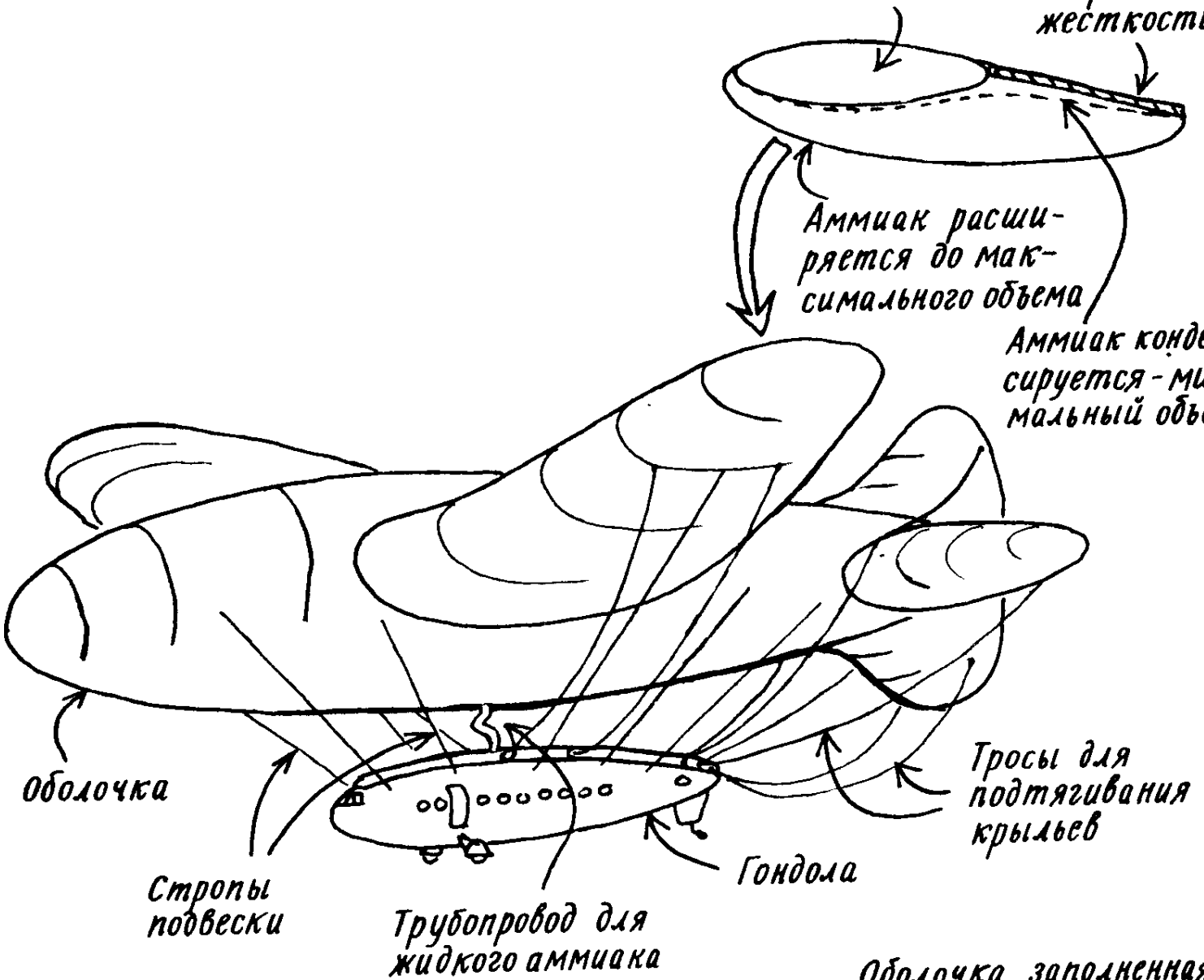
Сечение крыла

Оболочка, наполненная гелием

Ребра жесткости

Аммиак расширяется до максимального объема

Аммиак конденсируется - минимальный объем



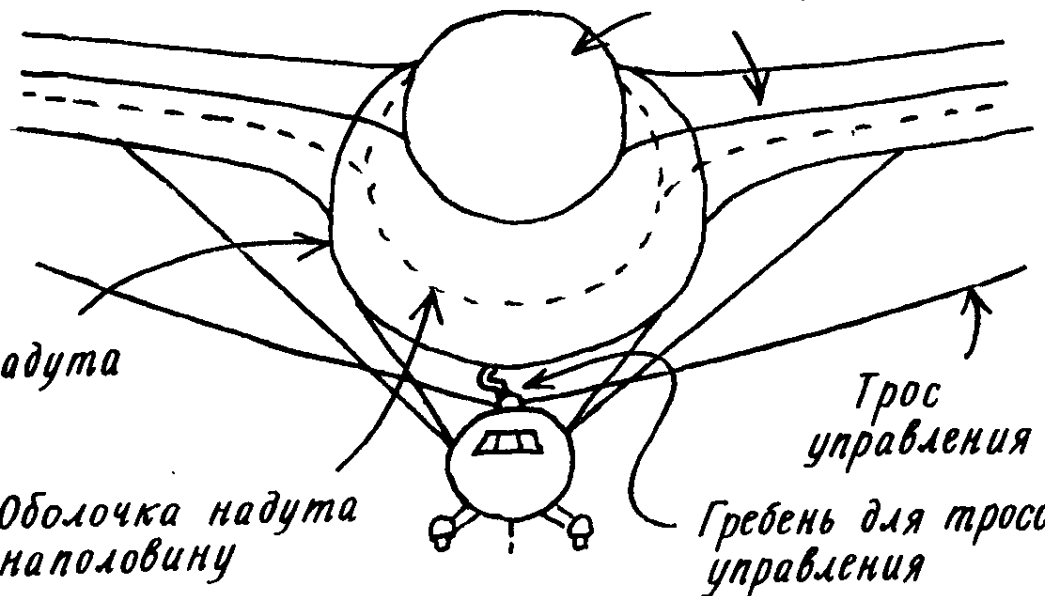
Оболочка, заполненная гелием

Оболочка надута до предела

Оболочка надута наполовину

Трос управления

Гребень для тросов управления



сжижается при -33° С. Можно было бы подумать, что заполненный аммиаком воздушный шар быстро поднимется до высоты 7500 м, а затем аммиак превратится в жидкость и шар потеряет подъемную силу. К сожалению, дело усложняется тем, что атмосферное давление уменьшается с высотой. В силу этого температура сжижения аммиака понижается, причем на любой высоте она оказывается чуть ниже, чем температура окружающего воздуха. Дедал предлагает решить эту проблему, наполнив аммиаком упругую оболочку, внутри которой постоянно будет поддерживаться избыточное давление в 0,1 атм. Это повысит температуру конденсации аммиака настолько, что он сконденсируется на высоте 10,4 км. Правильно рассчитанный воздушный шар будет бесконечно колебаться вверх-вниз: он быстро поднимется до высоты 10,4 км, потеряет подъемную силу из-за конденсации аммиака и будет опускаться в более теплые нижние слои воздуха до тех пор, пока не испарится достаточное количество аммиака, — тогда шар снова пойдет вверх.

Любая автоколебательная система должна обладать достаточной инерцией, чтобы не останавливаться в равновесном состоянии, а довольно быстро проскакивать его. Применительно к заполненному аммиаком воздушному шару это означает, что главной опасностью для него является зависание на некоторой высоте, когда часть аммиака сконденсируется и подъемная сила станет равна нулю. Поэтому Дедал хотел бы, чтобы эластичная оболочка воздушного шара вела себя так же, как резиновая оболочка детского шарика, которая сжимает находящийся внутри газ тем сильнее, чем меньше ее диаметр (именно поэтому приходится особенно сильно дуть, когда только начинаешь надувать шарик). В этом случае, как только аммиак начнет конденсироваться и диаметр оболочки шара станет уменьшаться, давление внутри оболочки увеличится, что приведет к повышению температуры конденсации аммиака. Таким образом, конденсация будет продолжаться и некоторое время после того,

как шар войдет в более теплые слои воздуха. Обратная задача — задержка испарения аммиака до тех пор, пока шар не опустится почти до земли, — гораздо проще. Жидкий аммиак будет стекать в нижнюю часть оболочки и собираться в теплоизолированные емкости, в которых его испарение будет задерживаться настолько, насколько это необходимо.

Чтобы довести этот идеальный «вечный двигатель» до реальной конструкции, остается только превратить наш шар в планер. Тогда при движении вниз аппарат будет не падать, а планировать, — даже посредственный планер способен пролететь вперед 20 м на каждый метр потери высоты. Когда же в нижней точке траектории аммиак начнет испаряться, аппарат точно так же станет «планировать» вверх, к высшей точке полета, покрывая за полный цикл движения расстояние в 400 км. Управлять таким планером удобнее всего не с помощью отклоняемых элеронов и рулей, как обычным самолетом, а путем присборивания всего крыла целиком, — именно так братья Райт управляли своим первым аэропланом. Кроме того, управление планером можно осуществлять, изменяя его подъемную силу. В самой верхней точке каждого цикла сжиженный аммиак будет сливаться в герметические баллоны. На меньших высотах аммиак выпускается в оболочку, как только возникает потребность в увеличении подъемной силы. При посадке оболочка не пополняется аммиаком, и аппарат приземляется, как обычный планер. Когда же настанет время опять подниматься в воздух, клапаны открываются, аммиак заполняет оболочку и планер-диррижабль бесшумно отправляется в очередной полет.

Этот чудесный воздушный корабль станет основой новой авиации — бесшумной, экономичной, не загрязняющей атмосферу. Двигаясь вверх-вниз, он может покрывать любые расстояния. Гигантские и исторопливые, тепловые планеры Дедала будут перевозить между континентами грузы и пассажиров за ничтожно малую цену.

New Scientist, February 10, 1972

Тепловой планер (2)

Из записной книжки Дедала

Температура атмосферы* падает от 15°C на уровне моря до -57°C на высоте 11 000 м. Чтобы наш тепловой планер действовал, необходим газ легче воздуха, сжижающийся в диапазоне температур, скажем, от -10 до -50°C . Единственным подходящим газом является аммиак ($M = 17$), который при атмосферном давлении превращается в жидкость при температуре -33°C .

К несчастью, давление воздуха падает с увеличением высоты над земной поверхностью. С уменьшением давления температура конденсации газа понижается, все время оставаясь немного ниже температуры воздуха на данной высоте. (Жаль!) Но есть три способа выйти из этого затруднения:

а. Смешать аммиак с водяным паром или парами других растворителей, чтобы повысить точку конденсации смеси, или же ввести адсорбенты (хлористый кальций, активированный уголь и т. п.), на которых аммиак может конденсироваться при более высокой температуре, чем в их отсутствие. Но чтобы подобрать подходящую смесь, мне пришлось бы углубиться в дебри химии.

б. Создать избыточное давление внутри оболочки. (Внутри упругой оболочки давление всегда немного превышает наружное.) Температура конденсации газа при этом повысится; но, к сожалению, повысится также и его плотность. Однако, если повезет, мы можем подобрать такое избыточное давление, при котором аммиак сконденсируется на какой-то приемлемой высоте, и в то же время из-за увеличения плотности газа его подъемная сила упадет не слишком сильно.

в. Предусмотреть дополнительный источник подъемной силы, например баллон с гелием. Тогда подъемная сила сохранится даже в том случае, если плотность аммиака превысит плот-

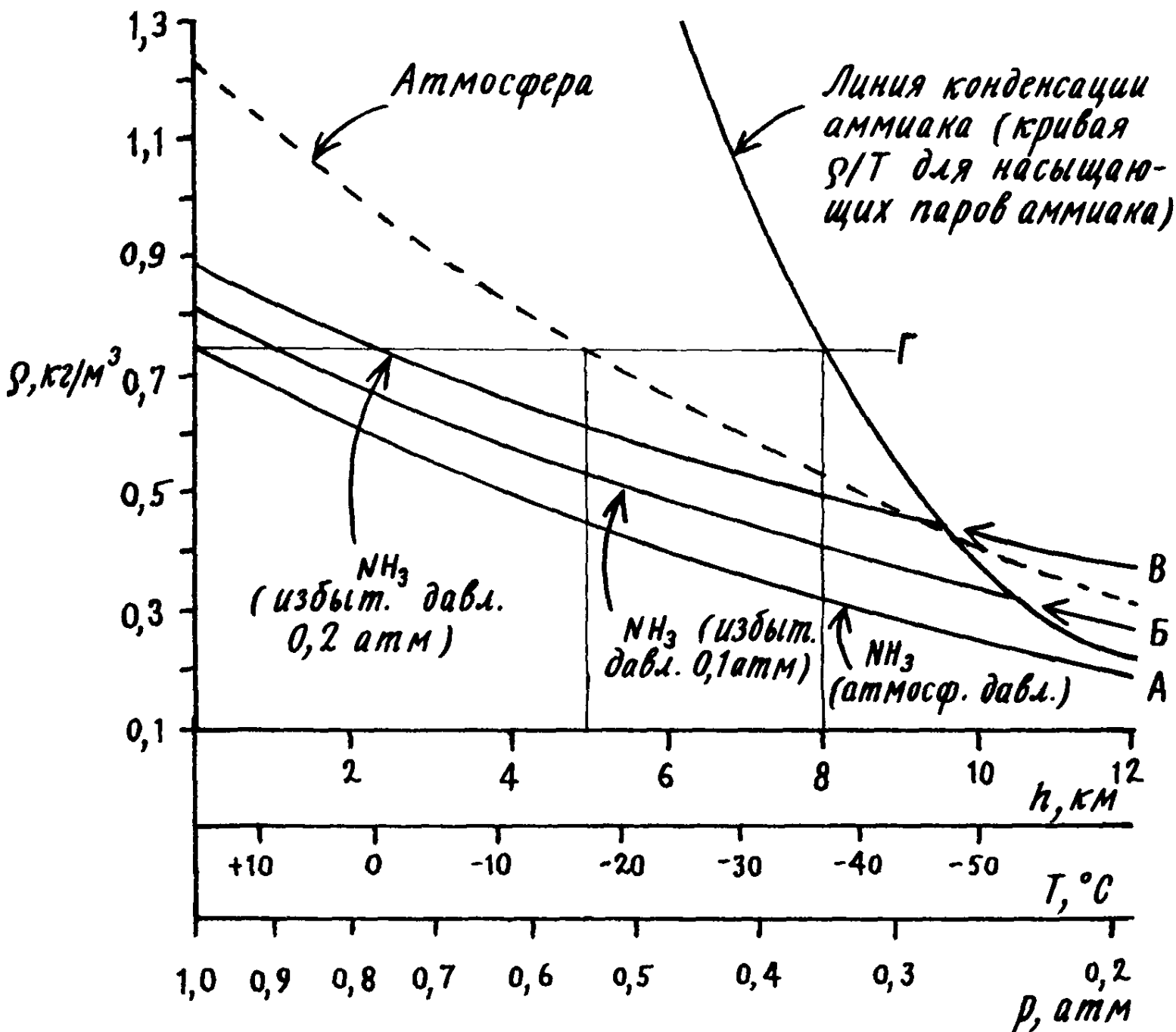
ность воздуха на данной высоте. В предельном случае представим себе гелиевый воздушный шар, соединенный с нерастяжимой оболочкой, заполненной аммиаком под давлением в 1 атм. Как видно из рисунка, на высоте 5000 м плотность аммиака сравняется с плотностью воздуха и аммиак вообще не будет создавать подъемной силы. Однако благодаря гелию подъем будет продолжаться до высоты 8000 м, на которой аммиак (к этому времени его давление из-за охлаждения понизится до 0,82 атм) превратится в жидкость. Оболочка с аммиаком резко сожмется, при этом подъемная сила уменьшится настолько, что вся конструкция резко пойдет вниз и будет опускаться до тех пор, пока не испарится достаточное количество аммиака.

Следует применить комбинацию способов (б) и (в). Изучив имеющиеся данные (см. рис.), можно прийти к выводу, что оптимальное решение дает шар, заполненный аммиаком, в котором избыточное давление равно 0,1 атм.

Какой подъемной силой обладает такой воздушный шар? Для простоты будем считать избыточное давление в 0,1 атм постоянным и не станем вводить в рассмотрение гелиевый баллон. Тогда при температуре 15°C и нормальном давлении плотность аммиака равна $0,73\text{ кг/м}^3$, а при давлении 1,1 атм — $0,80\text{ кг/м}^3$. Плотность воздуха на уровне моря равна $1,23\text{ кг/м}^3$, так что подъемная сила на 1 м^3 аммиака составит $12,3 - 8,0 = 4,3\text{ Н}$, или $5,4\text{ Н}$ на 1 кг аммиака.

На высоте, где происходит конденсация аммиака (примерно 10 500 м), плотность воздуха равна $0,39\text{ кг/м}^3$, а давление составляет 0,24 атм. Давление внутри шара равно соответственно 0,34 атм. Температура на этой высоте составляет -55°C , так что аммиак начнет конденсироваться в жидкость (при давлении 0,34 атм температура конденсации аммиака равна -53°C). Плотность газообразного аммиака при указанных условиях составляет $0,32\text{ кг/м}^3$; подъемная сила равна $3,9 - 3,2 = 0,7\text{ Н}$ на 1 м^3 , или $2,2\text{ Н}$ на 1 кг аммиака: по сравнению с подъемной силой на уровне

* Речь идет о «стандартной атмосфере» — модели, широко используемой в различных расчетах. — Прим. перев.



Изменение плотности атмосферы и находящегося с ней в тепловом равновесии аммиака в зависимости от высоты над поверхностью Земли. Горизонтальная ось проградуирована также в значениях температуры T и давления p .

А. При давлении, равном давлению окружающей среды, плотность аммиака на всех высотах меньше плотности воздуха, но ниже плотности, необходимой для конденсации аммиака.

Б. При избыточном давлении 0,1 атм аммиак на всех высотах имеет плотность, меньшую, чем воздух, пока не конденсируется на высоте 10,5 км.

В. При избыточном давлении 0,2 атм плотность аммиака оказывается равной плотности воздуха на высоте 9 км (подъемная сила становится равной нулю), т. е. на высоте чуть ниже той, где аммиак превращается в жидкость.

Г. Шар постоянного объема, наполненный аммиаком под давлением 1 атм, будет подниматься до тех пор, пока на высоте 5 км плотность аммиака не сравняется с плотностью воздуха; если при помощи дополнительного гелиевого азростата поднимать шар дальше, то аммиак сконденсируется на высоте 8 км.

моря она уменьшилась почти вдвое. Таким образом, чтобы шар мог достигнуть высоты, на которой сконденсируется аммиак, масса оболочки и полезного груза в расчете на 1 кг аммиака не должна превышать 200 г. (Конечно, при использовании дополнительного баллона с гелием эти требования будут менее жесткими.)

Сможем ли мы изготовить упругую оболочку с требуемыми параметрами? Избыточное давление внутри упругой оболочки с поверхностным натяжением γ определяется как $p = 2\gamma/r$; если натяжение γ пропорционально радиусу (идеальная упругость), то избыточное давление не зависит от радиуса, — для начала это неплохо. У детского воздушного шарика толщина оболочки увеличивается с уменьшением радиуса и поверхностное натяжение остается высоким — соответственно с уменьшением радиуса избыточное давление внутри повышается, что нам и нужно. Некоторые осложнения возникнут, конечно, из-за того, что эластичность оболочки зависит от температуры, но в целом идея выглядит реальной. Объем шара во время подъема увеличивается в 2,5 раза (плотность аммиака уменьшается от 0,80 до 0,32 кг/м³). Соответственно линейное растяжение оболочки составит всего лишь $\sqrt[3]{2,5} = 1,36$, или 36%. Это не слишком много.

Конструкция теплового планера. Подъем-

ную силу аммиака, конечно, нельзя даже сравнить с подъемной силой гелия. Поэтому в конструкции теплового планера придется абсолютно исключить жесткий каркас. В свое время фирма «Гудьнр» изготовила надувной резиновый планер — это наиболее подходящая форма для нашего планера, в котором требуется поддерживать небольшое избыточное давление. Необходим также какой-то стабильный надувной остов, иначе после конденсации аммиака планер превратится в бесформенную груду мокрой резины. Идеальным решением, по-видимому, будет остов, заполненный гелем, на который натянута эластичная оболочка, заполненная аммиаком. Такая конструкция имеет дополнительное достоинство: можно так спроектировать крылья планера, что в надутом состоянии они будут наилучшим образом отвечать условиям «планирования» вверх, а в спущенном (когда наружная оболочка плотно обтягивает остов) обеспечат плавное снижение. Это куда лучше, чем всякий раз переворачивать планер вверх ногами*.

* В принципе тепловой планер мог бы использовать разность температур у поверхности Земли и на высоте порядка 10 000 м, однако передвижение его в заданном направлении было бы затруднительно, поскольку естественные движения воздуха обусловлены теми же разностями температур. — *Прим. ред.*

«Медные яблоки солнца»*

Планы компании «Рио-Тинто цинк» начать карьерную добычу медной руды в Сноудонском национальном заповеднике вызвали множество протестов (*New Scientist*, 12, 1970, p. 317). Однако нам, по-видимому, предстоит все чаще сталкиваться с подобными явлениями по мере того, как наша добывающая промышленность будет все острее ощущать оскудение запасов и одновременно снижение качества природного сырья (сноудонская руда, к примеру, содер-

жит всего 0,5% меди). При таком положении дел мы скоро начнем лихорадочно перелопачивать тысячи гектаров земли в поисках жалких остатков руды. Но чтобы извлечь из почвы 0,5% ее содержимого, совсем не обязательно разрушать ее плодородный слой. Дедал вспоминает, что во многих исследованиях миграции пестицидов и радиоактивных отходов отмечалась способность некоторых организмов накапливать эти вещества. Поэтому специалисты по сельскому хозяйству фирмы КОШМАР выводят новые сорта «металлоносных деревьев», которые должны со временем вытеснить карьерные разработки как способ добычи полезных

* Намек на строку из стихотворения ирландского поэта У. Йитса (1865—1939), которая послужила названием рассказа Р. Брэдбери «Золотые яблоки Солнца». — *Прим. перев.*

ископаемых. Селекционеры подбирают подходящие растения (скажем, горох, который и сам по себе содержит значительное количество меди) и высаживают их в грунт, содержащий радиоактивные изотопы и высокий процент меди, надеясь таким образом получить мутантные сорта, обладающие повышенной способностью извлекать медь из почвы. Если повезет, то этот химический элемент может даже стать жизненно необходимым для растения, например, частично заменить магний в хлорофилле, что в свою очередь должно повысить эффективность фотосинтеза за счет использования дополнительных областей солнечного спектра.

Конечной целью Дедала является «металлическое дерево», которое своей развитой корневой системой пронизывает почву, извлекая из нее тот химический элемент, на который оно «настроено». Такое дерево будет приносить «тяжелые плоды», состоящие почти целиком из металла, очень удобные для сбора, но опасные для птиц и новоявленных Ньютонов. Пластиция таких деревьев, созданная, например, на месте предполагаемых вырубок в Сноудонском национальном заповеднике, позволит получать 10^5 меди на квадратную милю в год при росте корней в глубину всего на метр в год. Удобрение же почвы измельченным медным ломом (старыми телевизорами, патронными гильзами, медными спинками кроватей и т. п.) обеспечит эффективную переработку ценного цветного металлолома. При проектировании новых изделий это избавит от необходимости задумываться над вопросом, насколько они будут удобны для переработки, когда попадут в утиль*.

New Scientist, December 17, 1970

* Интересно отметить, что накопление металлов в растениях существенным образом зависит от микрофлоры почвы, которая переводит металлы в растворимую форму, пригодную для усвоения растениями. Микрофлора играет важную роль и в переработке горючих ископаемых. Еще академик Вернадский считал, что микроорганизмы являются мощными агентами преобразования горючих пород. В настоящее время бактериальной переработке руд уделяется большое внимание, причем обычно стремятся получить металлы в растворимой форме. Нет сомнения, что извлечение металла (например, свинца) растениями может иметь большое значение и с экологической точки зрения (см. [16] — [18]). — *Прим. ред.*

Комментарий Дедала

Очень многие растения способны извлекать металлы из почвы. Нередко эти растительные «супераккумуляторы» растут там, где другие растения не выживают из-за высокого содержания металла в почве. Извлекая металл из почвы, такие растения превращают его в безвредные для себя химические соединения и накапливают их в тканях.

Один из замечательных примеров подобной способности растений был описан (*Planta*, 103, 1972, p. 91) примерно через год после появления моей заметки. Б. Северн и Р. Брукс из университета Мэсси в Новой Зеландии обнаружили в Западной Австралии разновидность кустарника *Hybanthus Floribundus*, в тканях которого накапливается до 10% никеля (в расчете на сухой вес); в листьях же концентрация никеля достигает рекордной величины — 23%! Учитывая, что руда, содержащая 3% никеля, считается хорошей, сельскохозяйственный способ «добычи» выглядит весьма привлекательно. Нет сомнения, что именно так думает Элоиз Брумбалек, получивший в 1977 г. британский патент № 1 481 557. Он утверждает, что некоторые фруктовые деревья (в частности, бананы и цитрусовые), испытывая недостаток определенных химических элементов, способны заменять их другими элементами и восстанавливать таким образом равновесие в обмене веществ. Например, при нехватке калия эти растения начинают в первую очередь накапливать золото, а при его отсутствии — серебро и свинец. Недостаток магния заставляет их извлекать из почвы уран. Есть сведения, что заметные количества урана, тория и титана были обнаружены в бананах из Эквадора и Гондураса. В своем комментарии (22 декабря 1977 г.) по этому поводу журнал *New Scientist* писал: «Этот метод дает возможность извлекать ценные минералы из почвы, которая считается слишком бедной в качестве промышленного сырья. Достаточно просто засадить участок подходящими деревьями, чтобы затем собирать плоды и сжигать их в специальных печах». Вот еще одно свидетельство того, что фирма КОШМАР всегда идет впереди!



Многие растения способны извлекать редкие металлы из почвы и концентрировать их в определенных тканях.

Гидравлическая добыча угля

Современные способы добычи угля настолько сложны и опасны, что Дедал по-настоящему счастлив сообщить о разработке принципиально нового метода добычи угля. Уголь — очень легкий минерал; его плотность ниже, чем плотность растворителя, применяемого для химической чистки одежды, или даже плотность крепкого раствора хлористого кальция. Достаточно заполнить шахту растворителем для химчистки, и уголь сам всплывет вверх по стволу. Нужно только заложить две шахты в разных местах угольного пласта и сквозь пласт пробурить между ними туннель. Жидкость, закачиваемая в одну из шахт, будет выносить через другую шахту куски угля на поверхность; здесь уголь отделяется от жидкости, а растворитель направляется на повторное использование. Понадобится, правда, каким-то образом размельчать угольный пласт. Известно, что угольный пласт весь пронизан трещинами, а уголь, как и любой органический полимер, легко поддается действию органических растворителей. Поэтому химики фирмы КОШМАР пытаются получить растворитель, сочетающий в себе такие качества, как высокая плотность, сильная растворяющая способность и способность хорошо проникать в узкие трещины; тогда при интенсивном прокачивании растворителя уголь будет легко отслаиваться из подземного пласта.

Для глубоких шахт, где уголь залегает более монолитным слоем, Дедал предлагает другой способ добычи. Дедал вспоминает, что свежесколота поверхность угля спонтанно окисляется на воздухе (бывают даже случаи самопроизвольного возгорания угля в забое) и что при высокой температуре уголь размягчается. За счет реакции окисления угля растворитель, предварительно насыщенный кислородом, будет нагреваться, и чем выше становится его температура, тем быстрее идет реакция. Вследствие огромного гидростатического давления на дне шахты точка кипения растворителя поднимется не менее чем до 300°C , что приведет к значительному размягчению угля. Когда же растворитель, наконец, вскипит, начнется выброс жид-

кости из шахты, гидростатическое давление упадет, произойдет взрывоподобное закипание и извержение перегретой жидкости — как в природном гейзере. Вырвавшийся на поверхность столб кипящего растворителя будет содержать куски угля из разрушенного пласта. После этого в шахту заливают холодный растворитель, и процесс повторяется сначала. Угольные компании не только смогут снизить затраты на добычу угля, но и начнут получать доход от туристов, горящих желанием посмотреть на величественные угольные фонтаны.

New Scientist, November 2, 1978

Из записной книжки Дедала

Плотность угля составляет в среднем 1400 кг/м^3 . Это меньше плотности перхлорэтилена C_2Cl_4 (1620 кг/м^3), используемого для химической чистки. Стало быть, уголь будет плавать в этой жидкости!

Отсюда следует:

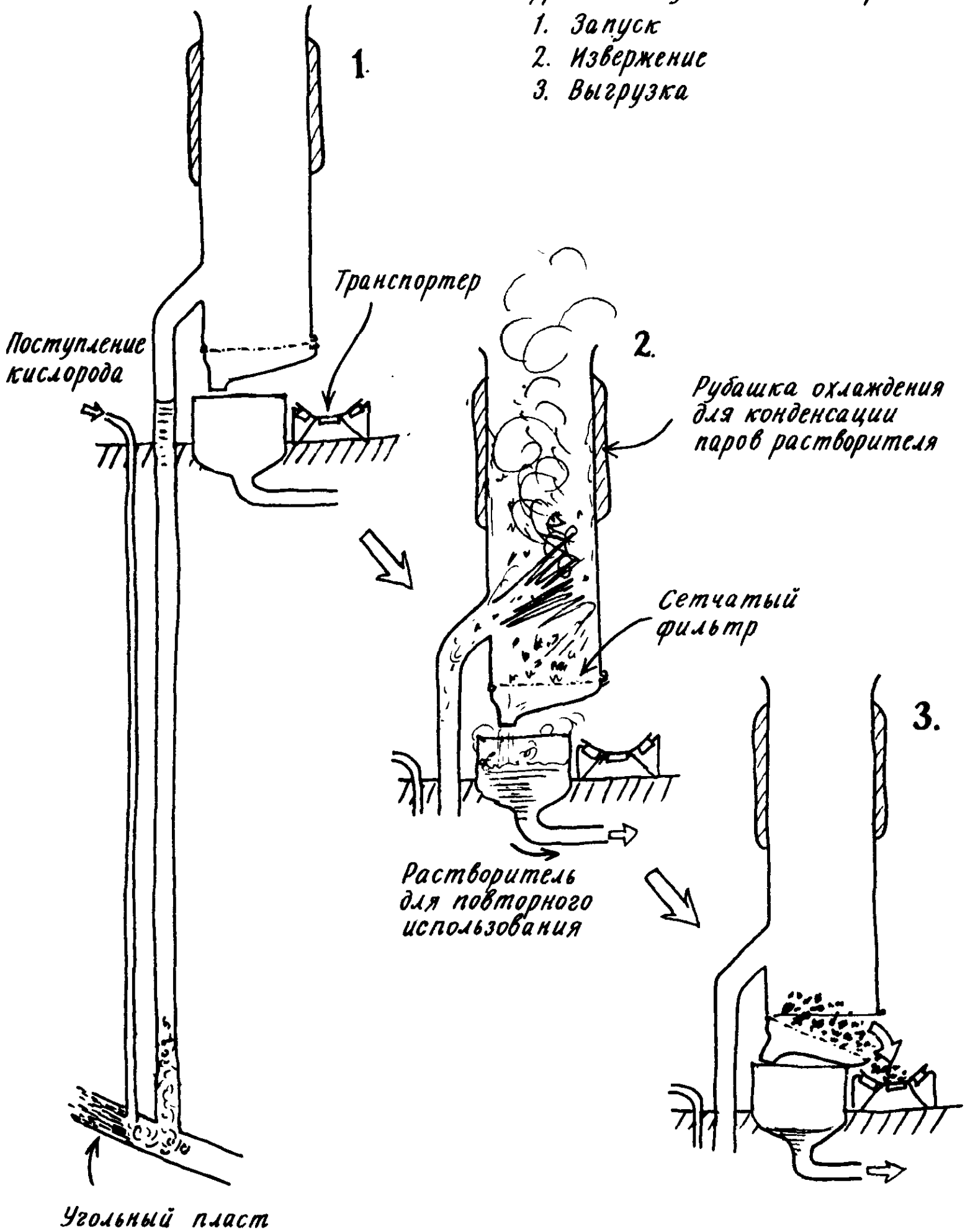
Добыча угля с помощью растворителя. Необходимо заложить две шахты — одну к нижнему горизонту угольного пласта, другую — к верхнему; соединить эти шахты туннелем, проходящим сквозь пласт, и закачивать тяжелый растворитель в более глубокую шахту. По мере разрушения угольного пласта куски угля будут всплывать на поверхность в другой шахте.

Угольный гейзер для глубинных шахт. Пусть шахта глубиной 1000 м заполнена перхлорэтиленом. Давление внизу составляет величину $p = \rho gh = 1620 \times 9,81 \times 1000 = 1,6 \times 10^7 \text{ Н/м}^2 \approx 160 \text{ атм}$. Растворимость кислорода в перхлорэтилене при температуре 20°C и давлении 1 атм составляет 0,19 объемных долей, или $1,67 \times 10^{-4}$ массовых долей. При давлении в 160 атм растворимость, грубо говоря, возрастет в 160 раз и составит 0,03 массовой доли.

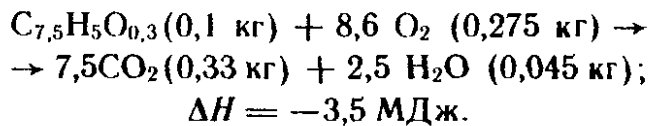
Как сильно нагреется растворитель, если весь кислород прореагирует с углем? Реакцию

Действие угольного гейзера

1. Запуск
2. Извержение
3. Выгрузка



окисления угля можно записать в виде



При 160 атм 0,275 кг кислорода содержится в $m = 0,275/0,03 = 9,2$ кг перхлорэтилена. Принимая удельную теплоемкость перхлорэтилена постоянной во всем диапазоне температур и равной $C = 1000$ Дж/кг·град, а также пренебрегая тем, что растворитель содержит примерно 4% примесей (воды и углекислого газа), получим: $\Delta T = -\Delta H/mC = 3,5 \times 10^6 / (9,2 \times 1000) = 380^\circ\text{C}$. Иначе говоря, температура растворителя поднимется за счет реакции от 20°C до 400°C !

Такой результат очень обнадеживает. При нормальном давлении перхлорэтилен кипит при 121°C , а его критическая температура равна всего лишь 340°C . Можно предположить поэтому, что, запустив в шахту насыщенный кислородом перхлорэтилен, мы превратим ее в потенциальный гейзер, на дне которого перегретый растворитель будет находиться под давлением в сверхкритическом состоянии. Растворитель в сверхкритическом состоянии облада-

ет мощной разрушительной силой и проявляет исключительную реакционную способность по отношению к углю (на этом, в частности, основаны некоторые современные способы приготовления жидкого топлива из угля). Чтобы привести такой гейзер в действие, достаточно через отдельную скважину закачать дополнительное количество кислорода в зону реакции. Это ускорит процесс окисления, и температура в зоне реакции будет повышаться до тех пор, пока локальное давление не превысит 160 атм и не произойдет мощный выброс растворителя, смешанного с углем. Затем оставшаяся в шахте жидкость устремится в зону реакции, разрушая угольный пласт. Теперь нужно только долить в шахту собранный и отфильтрованный растворитель и повторить весь цикл сначала*.

* Отметим, что нефть еще с 30-х годов добывается гидравлическим способом, так называемым законтурным обводнением, — фактически по той же схеме, что и у Дедала. Окисление угля растворением кислородом едва ли возможно из-за эффективного отвода тепла жидкостью. — *Прим. ред.*

Сверление паром

Сверление отверстий представляет собой одну из самых несовершенных технологических операций. Обычным вращающимся сверлом бывает подчас очень сложно получить глубокие или тонкие отверстия, а также отверстия некруглой формы. Размышляя над усовершенствованием этой операции, Дедал вспомнил, что при попадании снаряда в броневую плиту с обратной стороны ее нередко откалывается кусок металла. Причину этого легко понять, проведя простой опыт. Выложим в ряд несколько одинаковых монет и «выстрелим» еще одной монетой в крайнюю монету ряда вдоль его направления. После удара монета, лежащая с противоположного конца, отделится от остальных: по ряду монет пробежала цепочка столкновений. Если выстрелить в торец ряда одновременно двумя

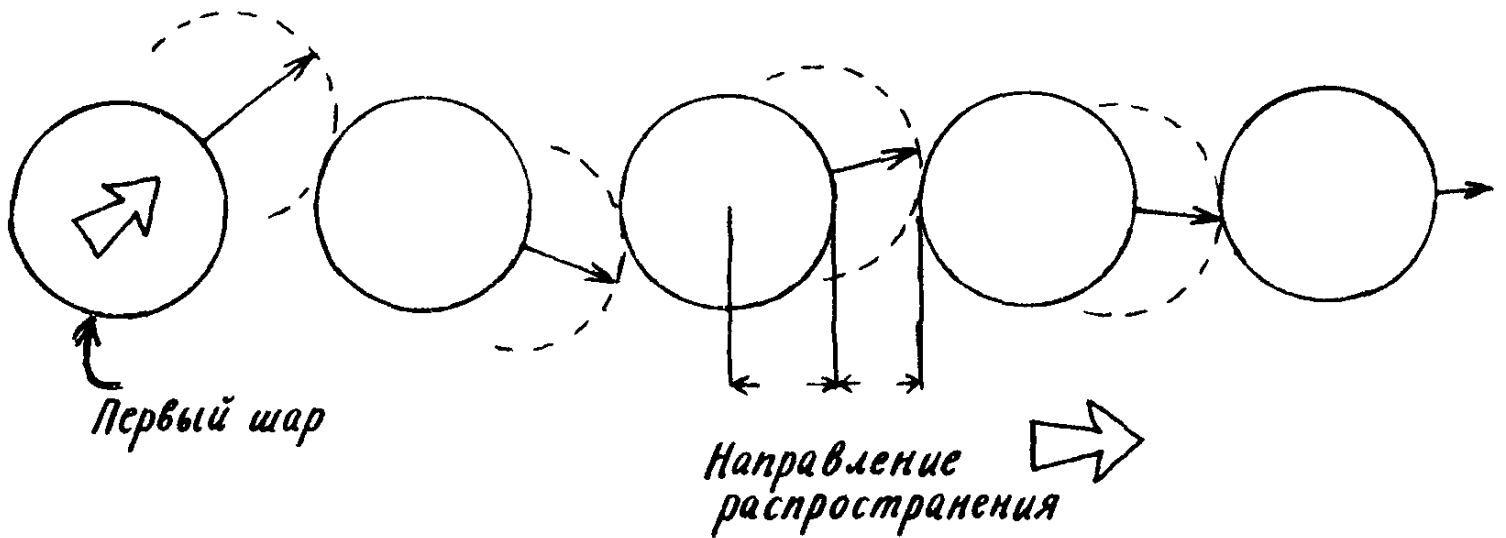
монетами, то с другого конца отделятся две монеты; это значит, что по выложенным в ряд монетам пробежала двойная цепочка столкновений. Поскольку бронеплита состоит из атомов, удар снаряда с одной стороны плиты порождает в ее толще миллионы межатомных столкновений, которые, пробегая сквозь плиту, вызывают отделение миллионов атомов с обратной стороны плиты.

Теперь, предлагает Дедал, рассмотрим этот процесс на атомарном уровне. Если один атом железа ударится в железную пластину, он останется в ней, а цепочка межатомных столкновений, пробежав сквозь всю толщину пластины, приведет к отделению одного атома с обратной стороны. Межатомные столкновения можно считать идеально упругими, поэтому энергия

внутри пластины не рассеивается, сколько бы атомов ни участвовало в этой серии столкновений. Более того, соударения в кристаллической решетке самоцентрируются, поэтому участвующие в столкновениях атомы расположены вдоль прямой. Атомное сверло, изобретенное Дедалом, представляет собой тугую «струи» металлического пара, направляемую на обрабатываемую поверхность. Скорость струи железного пара составляет примерно 800 м/с, что намного превышает скорость артиллерийского снаряда; еще лучше использовать пучок

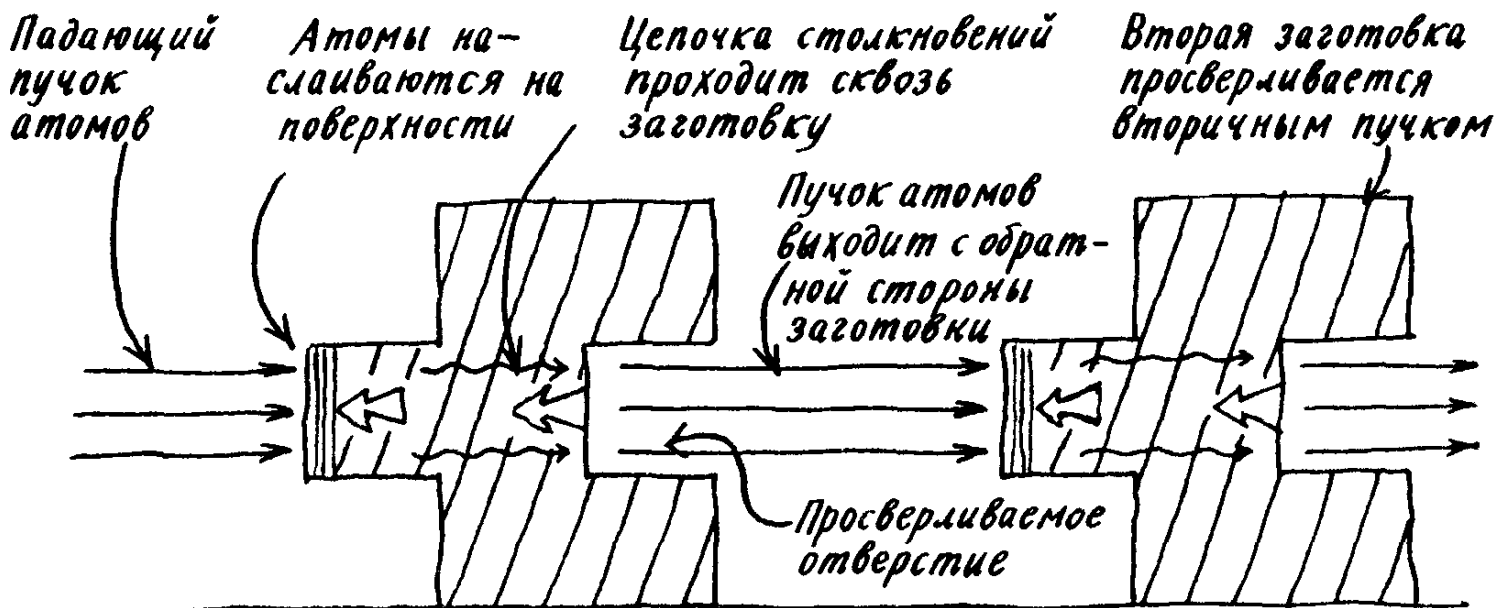
положительно заряженных ионов. Пучок ионов можно фокусировать и направлять в нужную точку, используя приемы, хорошо известные в масс-спектрографии. Приложив к обрабатываемой детали отрицательный потенциал, ионы в пучке можно разогнать до значительных скоростей. Ударяющиеся о поверхность атомы будут наслаиваться на поверхности, постепенно образуя столбик «конденсата»; с обратной же стороны станет образовываться отверстие, углубляющееся по мере того, как оттуда выбиваются атомы. Наблюдая за работой «атомного сверла», опера-

Центрирующая цепочка соударений



Последовательные соударения „фокусируются“ в направлении распространения, если $d < 2r$

Атомно-паровое сверло



тор будет видеть, как из заготовки навстречу падающему пучку атомов постепенно «вытягивается» столбик металла, пока, наконец, этот столбик не вываливается из отверстия. Пучок атомов, «испаряющихся» с обратной стороны заготовки, будет, естественно, иметь те же направление, форму и энергию, что и первоначальный пучок, — соответственно его можно использовать для обработки другой детали, установленной позади первой. По сути, одним пучком можно одновременно сверлить отверстия в любом количестве заготовок, сложенных пакетом. Форма отверстия определяется просто формой сечения, которое мы придадим пучку атомов или ионов. Поэтому «атомное сверло» будет наиболее полезно при изготовлении некруглых отверстий, в особенности узких щелей, которые невозможно получить никаким другим способом. Не составит труда даже получить с его помощью отверстие диаметром всего в несколько атомов*.

New Scientist, September 18, 1969.

* По-видимому, идея сверления варом навеяна автору электроэрозионным способом сверления отверстий, при котором металл испаряется в масляной среде под действием электрического заряда. Этот метод, разработанный в СССР, позволяет сверлить отверстия любой формы и глубины,

Из записной книжки Дедала

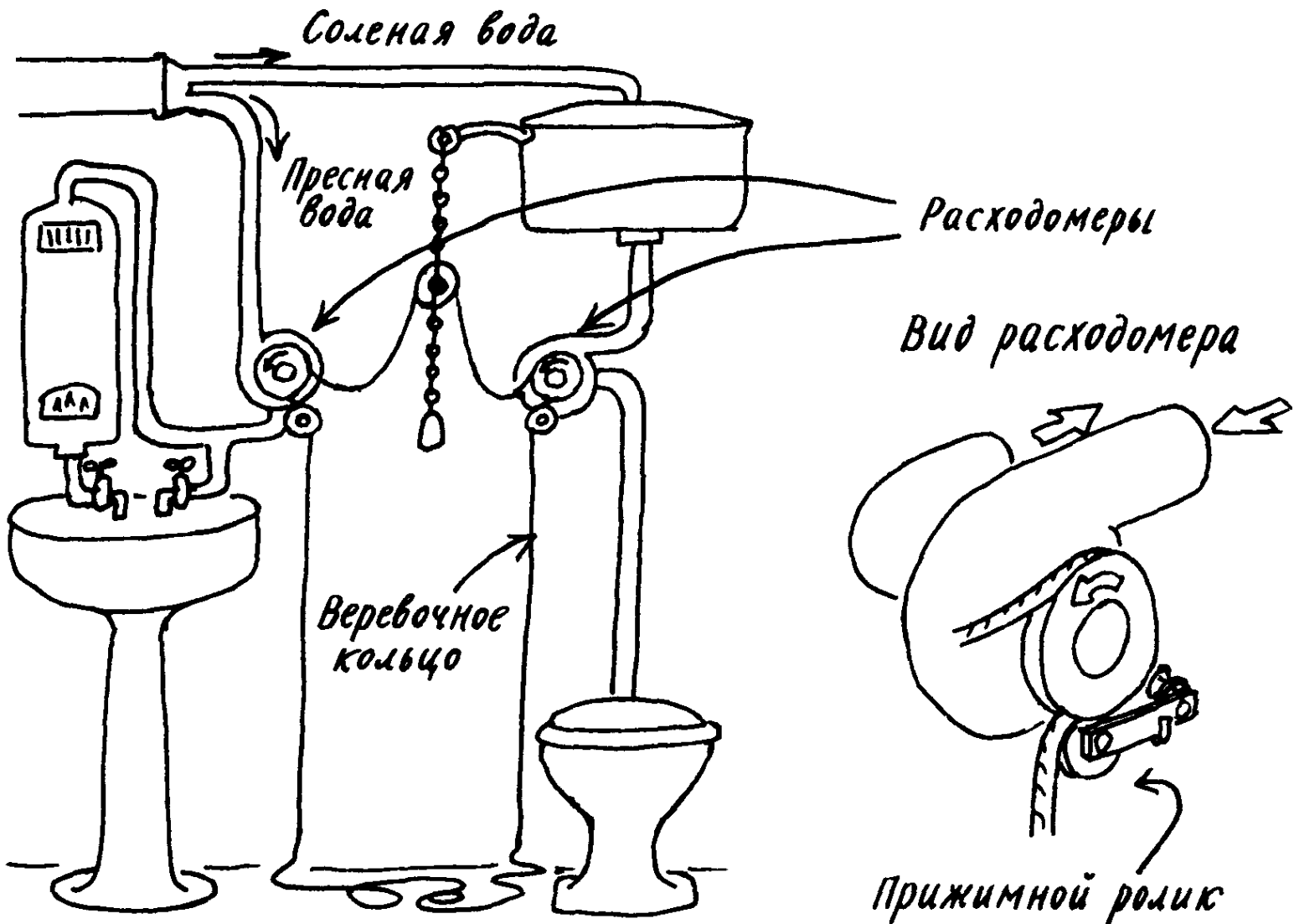
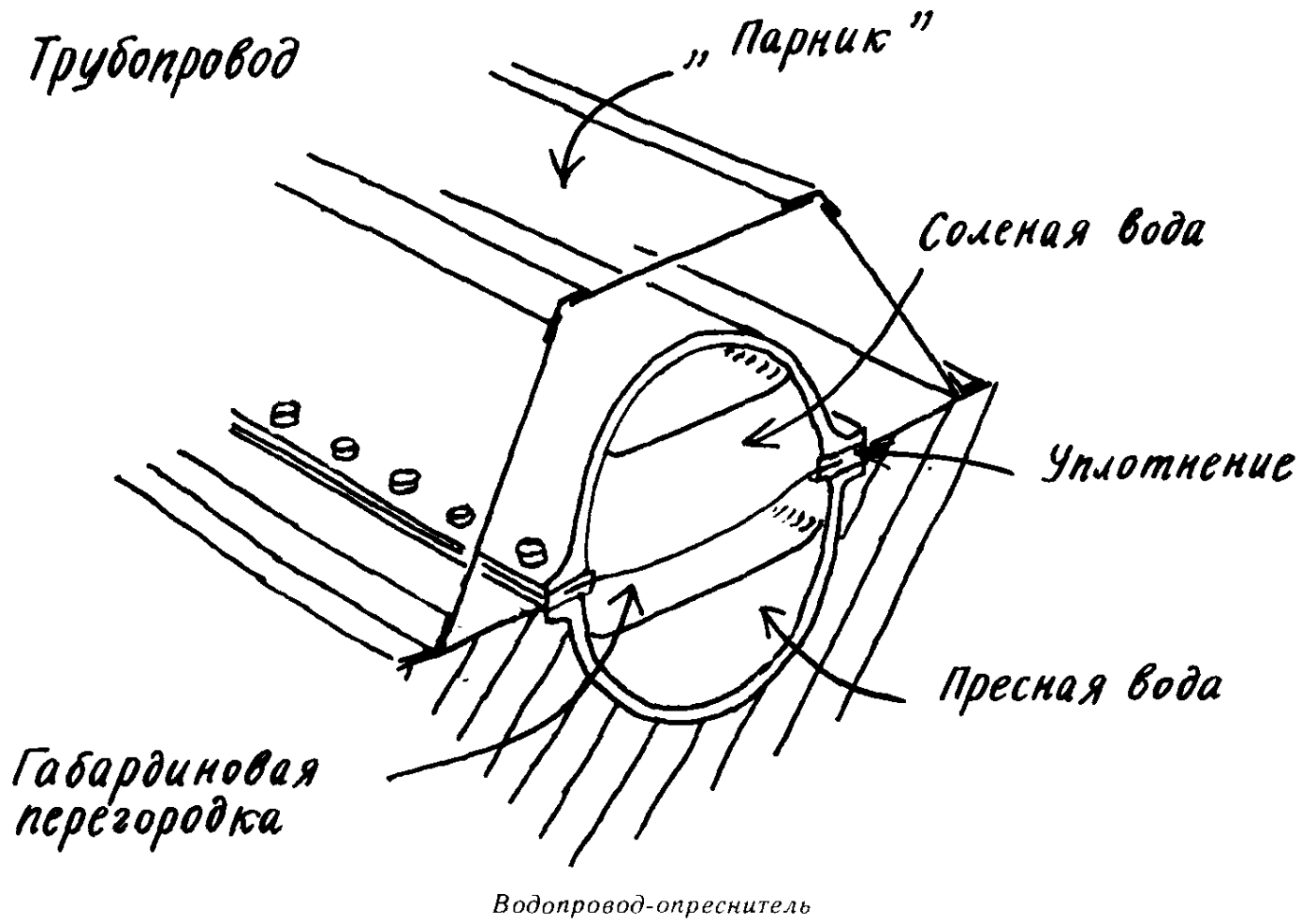
Распространение цепочки межатомных столкновений в твердом теле рассмотрено в статье Р. Силсби (*Journal of Applied Physics*, 28(11), 1957, p. 1246). Автор приходит к замечательному выводу: цепочка столкновений между шариками радиуса r , выложенными по прямой на расстоянии d один от другого, будет самоцентрирующейся, если $d < 2r$ (это условие всегда выполняется для атомов в кристаллической решетке). Небольшое отклонение первоначального удара от центрального уменьшается от удара к удару, пока, наконец, столкновение не станет строго центрированным. Это подтверждается и опытом с монетками. Поэтому тепловые движения атомов, незначительные дефекты решетки и т. д. не препятствуют распространению цепочки соударений на большое расстояние. Несмотря на это, процесс, конечно, лучше вести при возможно более низкой температуре. Осуществить это не очень сложно, поскольку работу с атомными или ионными пучками все равно необходимо производить в условиях вакуума.

пары металла оседают в масле и не создают «цепочки атомных столкновений». Эти методы были разработаны в СССР Н. И. Лазаренко и Б. Р. Лазаренко в 1943 г., а так называемый импульсный метод — М. М. Писаревским в 1948 г. (см. [19]). — *Прим. ред.*

Водопровод-опреснитель

Во многих странах водопроводная питьевая вода — роскошь, доступная немногим; даже в Англии она обходится все дороже. Дедал вспоминает о предложении экономить пресную воду, прокладывая параллельно две трубы, по одной из которых подается морская вода для хозяйственных нужд. Теперь Дедал придумал более совершенную конструкцию, основанную на известном свойстве габардиновых плащей задерживать воду, но пропускать водяные пары. Дедал предлагает разделить водопроводную трубу на два «этажа» горизонтальной габардиновой перегородкой и пустить по верх-

ней половине морскую воду, а по нижней — пресную. Водонепроницаемая перегородка надежно отделит пресную воду от морской. Однако если температура морской воды выше, чем у пресной, хотя бы на $0,4^\circ \text{C}$, то давление ее паров превысит давление паров пресной воды и чистый водяной пар начнет просачиваться сквозь габардиновую перегородку в полость с пресной водой, пополняя ее запас. Разность температур в $0,4^\circ \text{C}$ (и больше) между верхней и нижней частями трубы поддерживать нетрудно: надо проложить трубу так, чтобы нижняя ее половина находилась в грунте, а верхняя



Бытовой распределитель, обеспечивающий пропорциональный расход соленой воды

омывалась теплым приземным воздухом.

Многие тысячи километров таких труб, входящих в государственную систему водоснабжения, будут играть роль огромного рассредоточенного опреснителя, не требующего топлива. Соленая вода, поступающая в этот водопровод, по пути опресняется и доставляется потребителям. (Наряду с пресной водой потребители будут также в обязательном порядке получать крепкий рассол, который можно использовать для хозяйственных нужд, например в туалетах.) Дедал разрабатывает также проект аналогичного опреснителя для морских путешествий. Опреснитель представляет собой просто габардиную байдарку, буксируемую в ночное время за кораблем. Небольшие объекты, находящиеся на открытом воздухе, испытывают в ночное время интенсивное радиационное охлаждение, тогда как температура моря вследствие огромной тепловой инерции днем и ночью отличается незначительно. Поэтому водяной пар будет проникать сквозь ткань и конденсироваться в байдарке в пресную воду, которую выкачивают оттуда на рассвете. Чрезмерно высокая эффективность подобной конструкции может, однако, привести к печальным последствиям: за ночь в лодку наберется так много воды, что она затонет.

New Scientist, August 9, 1979

Из записной книжки Дедала

В морской воде содержится 3,6% растворенных веществ, в основном поваренной соли. Допустим для простоты, что морская вода представляет собой чистый раствор поваренной соли. Тогда на 1 кг массы морской воды приходится 964 г воды (53,5 молей) и 36 г соли (0,615 молей). В растворе соль полностью диссоциирует на Na^+ и Cl^- , так что в действительности раствор содержит 1,23 молей ионов, а молярная концентрация воды составляет $x_{\text{воды}} = 53,5 / (53,5 + 1,23) = 0,978$. Согласно закону Рауля, давление паров морской воды должно тогда составлять 97,8% от давления паров пресной воды при той же температуре.

Зависимость давления насыщающих паров жидкости от температуры дается уравнением

Клапейрона — Клаузиуса

$$d \ln p / dT = \Delta H / RT^2,$$

где ΔH — скрытая теплота испарения жидкости, R — универсальная газовая постоянная, T — абсолютная температура. Подставляя числовые значения параметров для воды при 20°C $\Delta H = 44200$ Дж/моль и $T = 293$ К, получим

$$d \ln p / dT \approx \delta \ln p / \delta T = 44200 / (8,314 \times \times 293^2) = 0,0619 \text{ K}^{-1},$$

$$\text{или } \delta T = \delta \ln p / 0,0619 \text{ K}.$$

Чтобы давление паров морской воды было равно давлению паров пресной воды, мы должны поднять температуру морской воды на величину δT , соответствующую увеличению давления паров в $p_2/p_1 = 1/0,978 = 1,0225$ раз. Тогда $\delta \ln p = \ln p_2 - \ln p_1 = \ln 1,0255 = 0,0255$ и $\delta T = 0,0225/0,0619 = 0,36$ град.

Разность температур воздуха вблизи поверхности Земли и самой поверхности во много раз больше, так что наша конструкция вполне работоспособна. Уже при разности температур в два градуса из морской воды будет испаряться до 80% влаги, так что в верхней половине трубы останется концентрированный 16%-ый рассол. Таким образом, подобный опреснитель будет давать 4—5 л пресной воды на каждый литр рассола.

Существует, правда, неприятная деталь: ночью (особенно в ясные холодные ночи) разность температур меняет знак: верхняя половина трубы становится холоднее нижней и пресная вода начинает переходить в полость с соленой водой. Можно было бы, вероятно, придумать какой-то механизм, переворачивающий трубу так, чтобы ночью полость с пресной водой оказывалась сверху, но это слишком неуклюжее решение. Придется, по-видимому, соорудить нечто вроде парника — покрытие, которое пропускает к верхней половине трубы дневное излучение, но задерживает низкотемпературное излучение, препятствуя тем самым ночному радиационному охлаждению трубы*.

* Дедал очень точно рассчитал разность давлений паров соленой и пресной воды, но не учел общее давление в водопроводе, равное 2,5—3 атм. Морской опреснитель более реален. — *Прим. ред.*

Се айсберг грядет

Недавно американские гляциологи и геофизики выступили с проектом, вполне достойным Дедала. Они предлагают буксировать айсберги из Антарктиды в Австралию и использовать талую воду для орошения земель. Наиболее удобными для этой цели считаются айсберги с плоской вершиной длиной 10 км, шириной 2,5 км и высотой до 250 м; для буксировки потребуются сверхмощные (скорее всего, атомные) буксиры. Дедал считает, что в своем нынешнем виде этот проект пахнет техноманией, и предлагает устроить так, чтобы айсберги двигались своим ходом, причем совершенно бесплатно. В принципе энергию для работы двигателей можно получать за счет разности температур между айсбергом и окружающей водой. Разность температур эта невелика, так что максимально достижимый КПД в таком случае не превышает 4%, но даже это позволяет получить полезную мощность 12 МВт при таянии 1 т льда в секунду. Для перемещения гигантского айсберга, по-видимому, потребуется мощность не менее 500 МВт, — таким образом, айсберг должен плавиться со скоростью 40 т/с. Это, однако, соответствует стаиванию льда всего на 2 мкм в секунду со всей погруженной поверхности, т. е. естественной скорости таяния.

Поначалу Дедал хотел усеять айсберг термопарами и питать от них электромоторы, но вскоре он нашел гораздо более изящное решение. Пресная талая вода от айсберга легче, чем соленая вода океана, поэтому она поднимается вверх, обтекая айсберг. Если кормовую подводную часть айсберга стесать под углом, то талая вода будет подниматься вдоль наклонной плоскости и выходить на поверхность позади айсберга, сообщая ему при этом некоторое количество движения. Как только айсберг начнет двигаться вперед, талая вода из-под всей нижней поверхности потечет к корме, усиливая этот эффект и удлиняя и углубляя выемку в кормовой части, создающую направленную тягу. Специалисты по гидродинамике фирмы КОШМАР теоретически исследуют динамику таяния айсберга, движущегося

в теплой соленой воде, чтобы определить оптимальный начальный профиль кормовой части, выяснить, не потребуется ли время от времени подправлять форму айсберга в процессе движения, а также подобрать наиболее эффективный способ управлять движением ледяной горы. Этот замечательный проект открывает новую эпоху в развитии морского транспорта. Большой айсберг, срок службы которого ограничен несколькими годами, но зато даровой, не загрязняющий среду, непотопляемый, не требующий топлива и способный перевозить 10 млн т груза, вполне может конкурировать с дорогостоящими грузовыми судами, которые, быть может, и служат в десять раз дольше, но обладают в тысячу раз меньшей грузоподъемностью. вполне вероятно, что настанет время, когда самоходные айсберги возьмут на себя львиную долю морского грузооборота. Правда, это создаст дополнительную угрозу обычному судоходству и вызовет зубовой скрежет у работников страховой компании Ллойда.

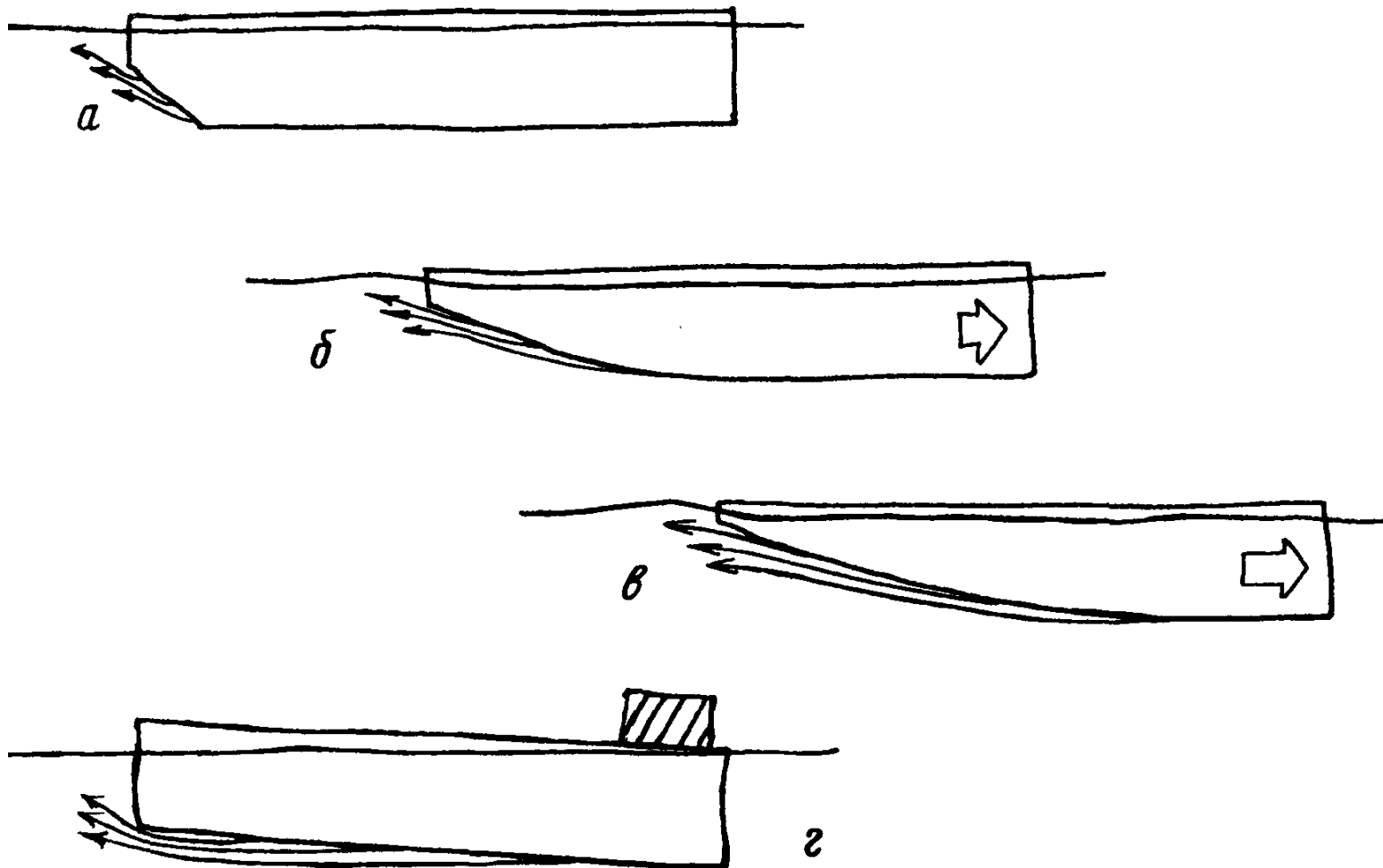
New Scientist, July 12, 1973

Из записной книжки Дедала

Энергия, получаемая при таянии льда. Для получения полезной мощности в P Вт от теплового двигателя с КПД η необходим приток тепла $Q = P/\eta$. Пусть это тепло создается за счет таяния льда; тогда скорость таяния должна составлять $\dot{m} = Q/\lambda = P/\eta\lambda$ кг/с, где λ — скрытая теплота плавления льда. Если температура льда 0°C , а температура океана 10°C , то максимальный (теоретический) КПД $\eta = (T_{\text{воды}} - T_{\text{айсб.}})/T_{\text{воды}} = 10/283 = 0,035 = 3,5\%$. Учитывая, что $\lambda = 3,3 \times 10^5$ Дж/кг, а требуемая полезная мощность составляет по предположению $P = 500$ МВт, мы получим скорость таяния

$$\begin{aligned}\dot{m} &= P/\eta\lambda = 5 \times 10^8 / (0,035 \times 3,3 \times 10^5) = \\ &= 43\,000 \text{ кг/с} = 43 \text{ т/с}.\end{aligned}$$

Айсберг размером $10 \text{ км} \times 2,5 \text{ км} \times 250 \text{ м}$ име-



а — в. Изменение подводных очертаний айсберга и направление импульса, возникающего в результате таяния подводной части при некотором начальном угле среза «кормы».
г. Нагружение «носовой части» айсберга, обеспечивающее возникновение тяги со всей нижней поверхности айсберга.

ет подводную поверхность $A = 5,6 \text{ км}^2$ (боковые грани) + 25 км^2 (низ) = $30,6 \text{ км}^2 \approx 3 \times 10^7 \text{ м}^2$. Тогда, принимая плотность льда равной 920 кг/м^3 , получим, что каждую секунду должен становиться слой толщиной $\dot{x} = \dot{m} \rho A = 43\,000 / (920 \times 3,0 \times 10^7) = 1,5 \text{ мкм/с}$, что более чем скормио.

Соответствующий тепловой поток на единицу площади подводной поверхности айсберга равен

$$Q' = Q/A = P/\eta A = 5 \times 10^8 / (0,035 \times 3,0 \times 10^7) = 480 \text{ Вт/м}^2$$

В теплообменниках с водяной рубашкой тепловой поток в несколько раз больше даже при разности температур, гораздо меньшей 10° С . Поэтому естественная скорость таяния, по всей вероятности, окажется много больше,

чем 43 т/с , что позволит получать мощность в 500 МВт даже в том случае, если КПД будет гораздо ниже теоретического значения. Айсберг таких размеров обладает массой приблизительно в $m = 6 \times 10^{12} \text{ кг}$, так что его время жизни при расчетной скорости таяния можно оценить в $t = m/\dot{m} = 1,4 \times 10^8 \text{ с}$, или около 5 лет (!). По оценкам американских ученых время жизни айсберга составляет не менее одного года.

Техническая реализация «самоходного» айсберга. Существует два возможных пути:

а. Взрывом отколоть угол в кормовой части айсберга и дожидаться возникновения тяги за счет обтекания айсберга талой водой.

б. Поместить большой груз в носовую часть айсберга. Тогда вся нижняя поверхность айсберга наклонится и начнется ток пресной

талой воды к корме. Как только айсберг начнет двигаться, оптимальная форма подводной части будет поддерживаться автоматически. Перемещая груз, можно управлять движением айсберга. К сожалению, для этого способа потребуется груз массой в миллионы тонн, а на его перемещение айсберг будет реагировать довольно медленно.

Комментарий Дедала

Этот проект возник под впечатлением от сообщения Н. Хоукса в газете *The Observer* от 3 июня 1973 г., где было дано краткое изложение статьи У. Уикса и У. Кэмпбелла о буксировке айсбергов из Антарктиды в Австралию или Южную Америку для орошения земель. С тех пор подобные идеи высказывались неоднократно. Так, в 1980 г. журнал *Annals of Glaciology* (vol. 1) опубликовал труды Кембриджской конференции по научно-техническим основам

использования айсбергов. Сюда вошли даже работы по динамике таяния движущихся айсбергов — правда, авторы (Х. Хупперт и Дж. Най) изучали возможность опрокидывания буксируемого айсберга, а не его способность самостоятельно перемещаться.

Я не могу расстаться с этой темой, не воздав должное ее истинному первооткрывателю, неутомимому изобретателю и грозе британского патентного ведомства Артуру Полу Педрику. Среди сотен эксцентрических изобретений, которые он обрушил на ошеломленных чиновников патентного бюро в 60—70-е годы, было изобретение, запатентованное под номером 1 047 736 от 15 октября 1965 г. Это проект орошения Австралии с помощью гигантских «снежков», которые скатывают в Антарктиде, а затем переправляют в Австралию по трансконтинентальным трубопроводам, специально проложенным для этой цели. Мне остается только молча склонить голову.

Полые молекулы

Существует любопытный разрыв между значениями плотности газов (порядка $0,001 \text{ г/см}^3$), с одной стороны, и жидкостей и твердых тел (от $0,5$ до 25 г/см^3) — с другой. Размышляя над тем, как заполнить этот разрыв, Дедал пришел к идее полых молекулы. Такая молекула могла бы представлять собой замкнутую сферическую оболочку плоской полимерной молекулы, подобной «молекуле» графита, имеющей плоскую гексагональную структуру — нечто вроде сетки с шестиугольными ячейками. Дедал предлагает модифицировать процесс высокотемпературного синтеза графита путем введения соответствующих примесных атомов или молекул, что вызвало бы изгиб плоской структуры (подобным образом с помощью примесей добиваются нужной структуры полупроводникового кристалла). Искривление плоского листа в конечном счете приведет к смыканию растущих краев и образованию замкнутой поверхности. Радиус пустотелой молекулы будет

зависеть от количества введенной примеси. По расчетам Дедала, вещество, состоящее из полых молекул радиусом $0,05 \text{ мкм}$, будет иметь плотность около $0,04 \text{ г/см}^3$, т. е. что-то среднее между плотностью жидкости и плотностью газа; такое вещество можно рассматривать как некое «пятое состояние» вещества. Эти гигантские молекулы (с молекулярной массой до 100 млн. единиц) едва ли способны «испаряться», а взаимодействовать между собой они будут так слабо, что подобное «состояние» вещества нельзя будет отнести ни к газообразному, ни к жидкому. Скорее всего, его можно рассматривать как «разреженную» жидкость, не улетучивающуюся из открытого сосуда, но и не принимающую его форму; при нагревании это вещество будет расширяться и переходить (не закипая) в газообразное состояние.

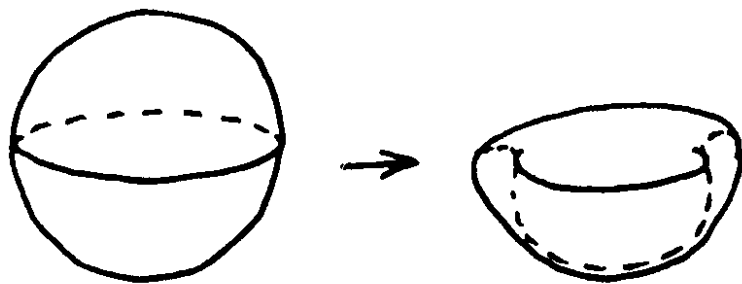
Столь замечательные вещества, безусловно, найдут множество применений — они от-

крывают путь к созданию новых конструкций барометров и автомобильных амортизаторов, к новым принципам ожигения; вероятно, они окажутся идеальными смазочными материалами, обладающими, помимо ничтожно малой вязкости, еще и «эффектом шарикоподшипника». Вначале Дедал беспокоился, что внешние нагрузки приведут к деформации этих молекул, но затем понял, что, если их синтезировать в нормальной атмосфере, они будут упругими, как крошечные мячики. Теперь Дедал ищет способ оставлять в оболочках этих молекул небольшие «окошки», благодаря чему они могли бы поглощать молекулы внешней среды или обмениваться своим содержимым со средой, действуя как исключительно эффективные молекулярные сита. Таким образом, они могли бы накапливать внутри себя молекулы внешней сферы в количестве, в сотни раз превышающем их собственный вес.

New Scientist, November 3, 1966

Из записной книжки Дедала

Будет ли полая молекула стабильной? Есть вероятность, что под внешним воздействием она легко деформируется и «сплющится», изменив свою форму примерно так, как показано на рисунке.



Чтобы молекула была устойчива и не подвергалась такому «выворачиванию», энергия, соответствующая сближению двух полушарий молекулы, должна быть меньше энергии, необходимой для образования экваториального перегиба. Попробуем оценить величину каждой из этих энергий.

а. Сила, необходимая для поворота хими-

ческой связи на угол θ относительно равновесного положения, равна $kr\theta$, где r — длина связи, k — константа жесткости химической связи, а соответствующее значение энергии равно $1/2 k(r\theta)^2$. Чтобы «вывернуть» полу молекулу, необходимо повернуть все связи вдоль «экватора» на 180° , или π радиан. При длине «экватора» $2\pi R$ (где R — радиус молекулы) и расстоянии между отдельными атомами r (длина связи между атомами в плоской решетке) число повернутых связей составляет $2\pi R/r$, а необходимая для «выворачивания» молекулы энергия равна $E_{\text{выв}} = (2\pi R/r) \times (1/2 kr^2 \pi^2) = \pi^3 krR$.

б. Высвобождение энергии при сплющивании молекулы обусловлено уменьшением свободной поверхности молекулы на величину $4\pi R^2$ при слиянии двух полушарий; таким образом, $E_{\text{пов}} = 4\pi R^2 \gamma$, где γ — удельная поверхностная энергия. Как можно было предвидеть, поверхностная энергия $E_{\text{пов}}$, способствующая сплющиванию молекулы, увеличивается пропорционально R^2 , в то время как энергия, необходимая для выворачивания молекулы, $E_{\text{выв}}$, пропорциональна первой степени R . Поэтому с увеличением радиуса молекулы $E_{\text{пов}}$ на каком-то этапе неизбежно превысит $E_{\text{выв}}$ — и молекула сплющится. Предел устойчивости соответствует случаю, когда $E_{\text{пов}} = E_{\text{выв}}$, так что максимальный радиус молекулы получим, приравняв выражения для названных энергий:

$$4\pi R_{\text{макс}}^2 \gamma = \pi^3 kr R_{\text{макс}};$$

$$R_{\text{макс}} = \pi^2 kr / 4\gamma. \quad (1)$$

(Наши рассуждения, конечно, не слишком строгие. При выворачивании молекулы будет поворачиваться не одна связь на «экваторе» на 180° , а несколько последовательно расположенных связей повернутся на меньший угол, что приведет к уменьшению полной энергии выворачивания. С другой стороны, в образующейся экваториальной «впадине» сохранится свободная поверхность, следовательно, высвобождается не вся поверхностная энергия. Эти два эффекта взаимно компенсируются, так что результирующая ошибка может быть не слишком большой.)

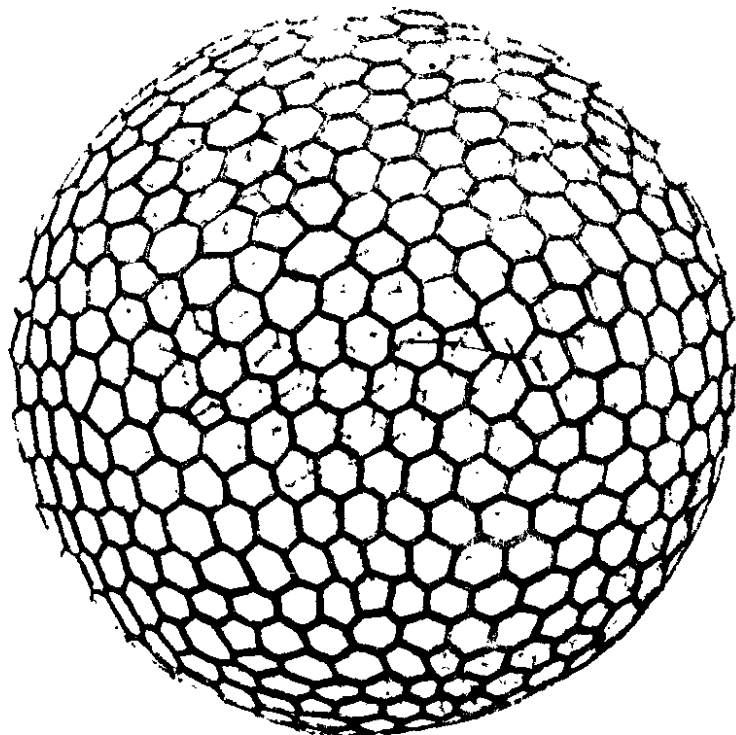
Подставим в уравнение (1) соответст-

вующие численные значения, характерные для кристаллической решетки графита: $r = 1,4 \times 10^{-10}$ м, $k = 20$ Н/м (эти значения получены для бензольного кольца, которое в некотором смысле можно рассматривать как единичную ячейку гексагональной решетки графита); $\gamma = 0,3$ Дж/м (по грубой оценке, сделанной для плоской чешуйки графита). Тогда находим

$$R_{\text{макс}} = \pi^2 \times 20 \times 1,4 \times 10^{-10} / (4 \times 0,3) = \\ = 2,34 \times 10^{-8} \text{ м.}$$

Получается, что наша полая молекула имеет в поперечнике 0,05 мкм — примерно 330 диаметров атома! Такая молекула будет состоять примерно из 260 000 атомов углерода, а ее масса достигнет $12 \times 260\,000 = 3,1 \times 10^6$ единиц. Считая, что каждая молекула занимает объем, равный примерно кубу со стороной 5×10^{-8} м, мы получим плотность нашего «вещества»: $\text{масса/объем} = (3,1 \times 10^6 \times 1,67 \times 10^{-27}) / (5 \times 10^{-8})^3 = 40$ кг/м³. Вещество оказывается очень легким — в 25 раз легче воды. Вероятно, можно получить полые молекулы и большего размера, так что плотность вещества не превысит 5 кг/м³, а молекулярная масса достигнет сотен миллионов единиц, однако, чтобы обеспечить устойчивость таких молекул, придется внутри их поддерживать избыточное давление газа.

Теория многогранных молекул. Согласно теореме Эйлера, у любого многогранника (число вершин) + (число граней) — (число ребер) = 2 ($V + G - P = 2$). В силу этой теоремы невозможно построить многогранник с шестиугольными гранями, поскольку в этом случае было бы $V + G - P = 0$. В своей замечательной книге «Рост и форма» (Growth and Form, Cambridge University Press, p. 708, 738) Д'Арси Томпсон рассматривает эту задачу в применении к радиоляриям — микроскопическим морским обитателям, чьи известковые скелеты нередко имеют вид гексагональной сетки. Даже восхитительная в своей симметричности *Aulonia hexagona* (которую можно было бы рассматривать как увеличенное в 10^5 раз изображение полой графитовой молекулы, состоящей из 1200 атомов) имеет несколько нешестиугольных граней:



Aulonia hexagona; увеличение примерно 200 крат (из книги Д'Арси Томпсона «Рост и форма»; с разрешения изд-ва «Кембридж юниверсити пресс»).

Томпсон показывает, что гексагональную сетку произвольной величины можно замкнуть в многогранник*, включив в нее ровно 12 пятиугольников. Поэтому если для сворачивания решетки графита в сферу использовать примеси, вызывающие образование пятиугольных ячеек в гексагональной сетке, то понадобится ровно 12 атомов примеси на то число атомов графита, которое содержится в одной полой молекуле. Например, для самых больших молекул, состоящих из 260 000 атомов графита, потребуется вводить примесь в количестве $12/260\,000 = 46$ молярных долей на миллион. Это значительная концентрация примесей по сравнению с тем количеством примесей, которое обычно вводят в полупроводники.

Комментарий Дедала

Со времени опубликования моего предложения химия полых молекул не продвинулась сколько-нибудь заметно. Рекордом в химии углеводородов можно считать синтез молекулы, представляющей собой двенадцатигранник с пятиугольными гранями (*Science*, 211, 1981, p. 575). Так держать, ребята!

* Молекулы, имеющие форму широкого кольца и обладающие высокоизбирательной поглощающей способностью по отношению к катионам («краун-эфиры»), широко используются на практике; см. ([20], с. 460 [21]). — *Прим. ред.*

Деньги любят счет

Старый «золотой стандарт»*, ограничивавший количество находящихся в обращении бумажных денег золотым запасом государства, обладал немаловажным достоинством: он не позволял правительству печатать столько денег, сколько ему заблагорассудится. Развитие вычислительной техники подсказало Дедалу новый способ борьбы с инфляцией — «цифровой стандарт». Учитывая, что каждая банкнота имеет порядковый номер, Дедал рекомендует ввести в центральный компьютер номера всех банкнот, находящихся в обращении. В каждом банковском расчетном счете будет указываться не только общая сумма, но и конкретные номера банкнот. Соответственно бухгалтеры будут не только получать, выплачивать или переводить деньги, но и указывать, какие именно. Конечно, бухгалтерские операции сильно усложнятся, но современная вычислительная техника вполне справится и с этим. Пути обращения денег станут известны во всех подробностях, казнокрады и прочие мошенники столкнутся с непреодолимыми трудностями, а инфляция будет поставлена под жесткий контроль. Действительно, для выпуска новых денег правительству или эмиссионному банку потребуются новые порядковые номера. Однако количество рядов в числах, с которыми оперирует вычислительная машина, ограничено. Обусловив с самого начала предельное число знаков в номерах банкнот, мы сделаем инфляцию невозможной; трудно даже представить, чтобы кто-нибудь взялся за невероятно сложную задачу — переписать заново все программы с целью найти место для новых порядковых номеров.

Не исключено, однако, что в наши дни инфляция вполне желательна и даже кое-кому необходима: она создает у людей иллюзию роста благополучия и материальной обеспеченности и вместе с тем, в отличие от подлин-

ного экономического прогресса, не сопряжена с истощением природных ресурсов и развитием производства. При нынешней денежной системе инфляция находится под контролем правительства: оно печатает новые деньги и закупает на них все, что ему необходимо. Это, конечно, несправедливо по отношению ко всем остальным. С предлагаемой Дедалом цифровой системой, если изначально предусмотреть большой объем резервных номеров, дело будет обстоять совсем иначе. В качестве образца Дедал воспользовался одной из теоретических моделей Вселенной, согласно которой новые элементарные частицы спонтанно рождаются из вакуума во всем пространстве. Аналогично новые деньги будут самопроизвольно возникать повсюду: генератор случайных чисел будет время от времени вписывать новые номера банкнот во все банковские счета. Процесс появления новых денег будет зависеть от уже имеющегося их количества: чем больше сумма вклада, тем более обильно станут появляться на нем новые деньги. Таким образом, на все вклады будет начисляться одинаковый годовой процент и инфляция никому не принесет убытков. Даже те, кто предпочитает хранить деньги под матрасом, смогут приносить свои кубышки в банк и получать соответствующее количество новых купюр.

Наконец, Дедал хотел бы отметить еще одно любопытное следствие. В настоящее время все купюры одного достоинства полностью тождественны между собой, подобно элементарным частицам, подчиняющимся статистике Бозе — Эйнштейна. Если же мы начнем различать их по номерам, то они должны вести себя в соответствии с распределением Ферми — Дирака и проявлять гораздо меньшую склонность к «скучиванию». Это создаст предпосылки к более справедливому распределению богатства в обществе.

New Scientist, September 12, 1974

Не так давно в газетах промелькнуло сообщение о негодовании австралийских властей по

* «Золотой стандарт» — форма организации денежного обращения в капиталистических странах, при которой существует обмен банкнот на золото (монеты или слитки). Отменен в Великобритании в 1932 г. — *Прим. перев.*

Поздравляем
с выигрышем!



ТРЕДНИДЛ-СТРИТ

СОЛНЕЧНЫЕ
ДЕНЕЖКИ

НИ ШАГУ БЕЗ
ВИЛЬСОНА
В КАРМАНЕ

СТАРЫЕ НА-
ДЕЖНЫЕ РИМ-
СКИЕ ДИНАРИИ

САМЫЙ
ВЕРНЫЙ
КАПИТАЛ-
ГАДОЛИНИЙ

Д Е Н Ъ Г И



ТОЛЬКО
СЕГОДНЯ!
СКИДКА
10%
НОВЫЕ
ФРИДМАНЫ
НЕ БОЛЬШЕ ОД-
НОГО НА ЧЕЛОВЕКА

ДЕШЕВО!
СТАРЫЕ ДИНАРЫ

СЧЕМИТЕ! СЧЕМИТЕ!
НОВОЗЕЛАНДСКИЕ
АДАМЪОМИТЫ

ДЛЯ КОЛЛЕК-
ЦИОНЕРОВ
ВСЮ НЕДЕЛЮ
СТАРИННЫЕ
ПЕНСЫ

ДОВЕРЯЙТЕ
ТОЛЬКО
ДОЛЛАРАМ
КЕЙНСА!



ОБРАЗЦЫ
БЕСПЛАТНО

РАЗМЕН



АВТОМАТ
НЕ РАБОТАЕТ

поводу того, что пластмассовые жетоны, выпущенные в качестве денег для находящихся под протекторатом Австралии Кокосовых островов, оказались менее подвержены инфляции и стали котироваться выше основной валюты — австралийского доллара. Относясь скептически к словесным баталиям экономистов по поводу причин инфляции, Дедал предлагает поставить экономику на прочную экспериментальную основу. Уже сейчас в Ирландии и Шотландии выражается недовольствие в связи с необходимостью пользоваться в денежных расчетах ненадежным английским фунтом стерлингов. Попытаемся же извлечь пользу из этих зачаточных разногласий, призывает Дедал. Пустим в обращение в Великобритании полдюжины разных валют и будем контролировать каждую из них согласно критериям определенной экономической теории. Сторонники высокой заработной платы получают валюту, которая позволит немедленно удовлетворять самые немислимые требования о повышении зарплаты путем выдачи новеньких купюр. Экономисты более консервативного толка будут ограничивать находящуюся в обращении массу своей валюты в соответствии с наличной массой потребительских товаров. Правительство — в своей ва-

люте — будет добиваться скрупулезного баланса между налогами и расходами, что, конечно, не мешает ему завести еще одну валюту — для планирования бюджета с огромным дефицитом. Появляются валюты для выгодных займов с низкими учетными ставками и валюты с высоким банковским процентом для привлечения иностранного капитала и т.д. Обменные курсы для некоторых валют будут фиксированными, для других же станут определяться биржевой конъюнктурой. При заключении сделок стороны будут заранее оговаривать, в какой валюте должны производиться платежи.

Едва ли вся валютная неразбериха будет хуже того, что мы имеем сейчас; наблюдать же за нею будет весьма поучительно. Судя по всему, между валютами начнется настоящая война: одни из них окажутся непопулярными, другие, завоевав доверие общественности, затем с треском лопнут, третьи не смогут получить признание за пределами страны. В конечном счете, вероятно, останется только одна валюта. Возможно, это чему-то научит экономистов, и есть шанс, что экономика, наконец, станет серьезной наукой.

New Scientist, October 30, 1975

Люди-поплавки

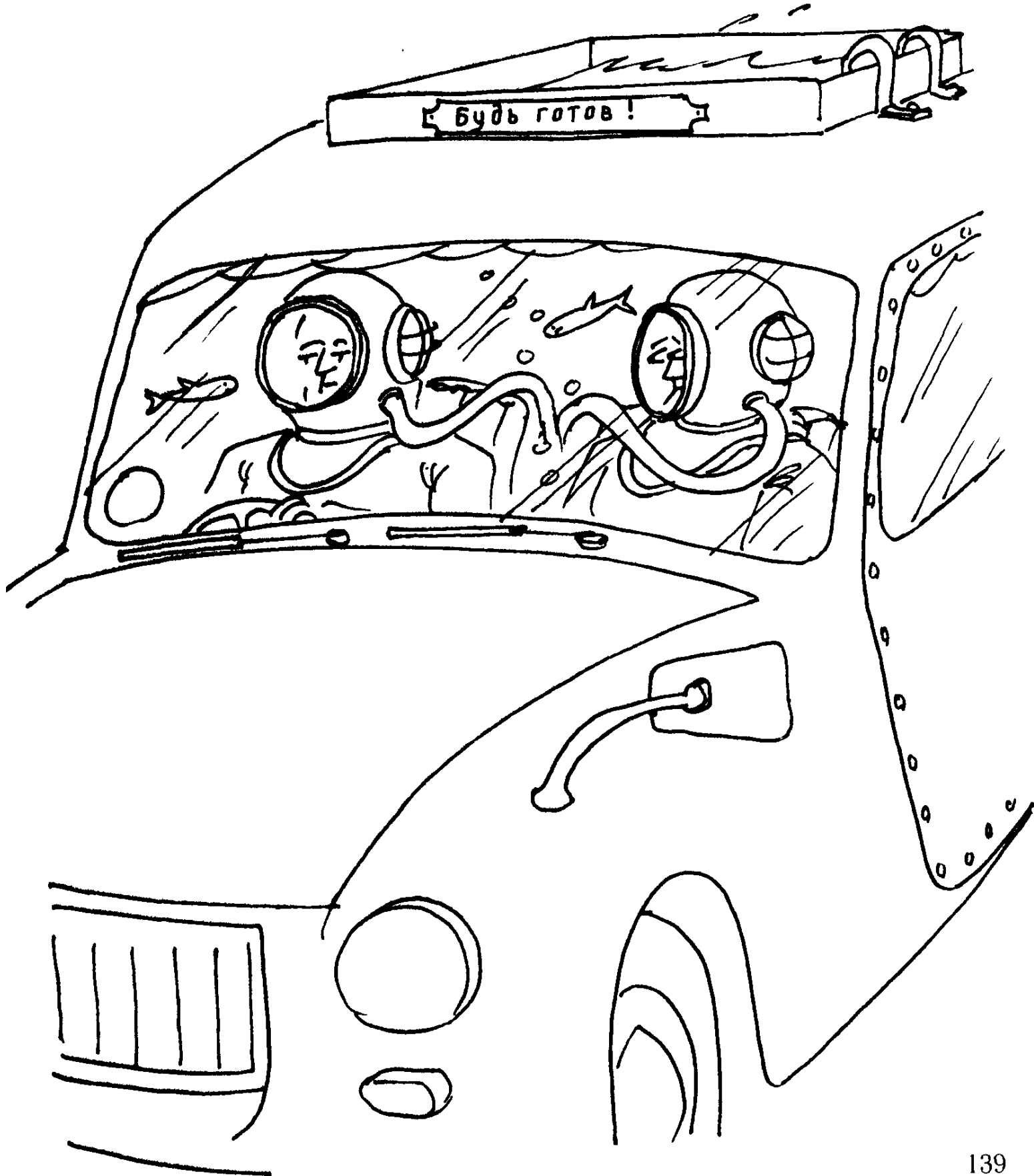
Любопытно наблюдать за наполненным водородом или гелием воздушным шаром, подвешенным на нитке в салоне автомобиля. При резком торможении автомобиля пассажиров бросает вперед, шарик же летит назад: поскольку он легче окружающего воздуха, он ведет себя как объект с отрицательной массой. Объект с плотностью, равной плотности воздуха, вообще не почувствует рывка. Действующие на него силы полностью уравниваются, так что его масса становится как бы равной нулю и объект никак не реагирует на самые резкие ускорения и торможения. На этой основе фирма КОШМАР создает новую систему, обеспечивающую безопасность пассажиров при автомобильных авариях. Если заполнить

салон жидкостью, имеющей в точности такую же плотность, как человеческое тело (а вода в этом отношении является оптимальной средой), то пассажиров удастся надежно защитить от самых резких ударов, поскольку их тела будут находиться в состоянии невесомости. Конечно, наличие воды в салоне создаст определенные неудобства, однако жидкость должна присутствовать здесь только в момент аварии. Поэтому в экспериментальной модели безопасного автомобиля КОШМАР водой заполняется пространство под полом салона до высоты примерно 30 см. При резком торможении произойдет прилив жидкости к передней стенке салона, что и смягчит удар.

Создание аналогичной системы для само-

летов — а ведь именно авиапассажиры подвергаются особому риску в случае аварии — осложняется тем, что в таком случае придется поднимать в воздух дополнительную огромную массу воды. Обычный авиационный керосин не подойдет в качестве заменителя воды, однако Дедал возлагает большие надежды на новые

тиксотропные желеобразные топлива. Эти вещества не только не проявляют склонности к случайному самовозгоранию, но и обычно обладают чрезвычайно высокими амортизирующими свойствами. Гораздо более реальной выглядит аварийная система фирмы КОШМАР для лифтов, которая заполняет кабину лифта жид-



костью в случае обрыва троса. Дедал утверждает, что ни одна из этих аварийных систем не подвергает пассажиров риску захлебнуться, поскольку в момент опасности человек инстинктивно задерживает дыхание. В настоящее время ведутся испытания предлагаемых аварийных систем, в ходе которых аквалангистов-добровольцев сбрасывают в больших цистернах с водой с крыш здания отдела космической гидравлики фирмы КОШМАР.

New Scientist, December 18, 1969

Предварительные испытания по сбрасыванию с большой высоты аквалангистов-добровольцев в цистернах с водой к настоящему времени закончены. Их результаты заставляют Дедала несколько по-новому взглянуть на свой проект. Дыхательные пути и легкие аквалангистов, заполненные воздухом, испытывали при ударе сильное ускорение вверх, что вызывало по меньшей мере жестокий приступ икоты. Теперь Дедал понимает, что эффективное гашение удара возможно лишь при условии, что жидкость, плотность которой равна плотности тела, должна не только находиться снаружи, но и заполнять все полости тела. Такой средой может служить сжиженная смесь ксенона с кислородом (см. ниже). Плотность этой дыхательной смеси соответствует плотности человеческого тела, так что она является идеальным наполнителем для транспортных средств. Сиденья при этом становятся излишними — все пассажиры плавают в жидкости, а самые резкие толчки совершенно незаметны. Вначале Дедал планировал заполнить своей смесью вагоны лондонской подземки, чтобы в часы пик забивать поезд пассажирами под самую крышу. Это избавило бы людей и от утомительного стояния, и от толчков и рывков при движении поезда.

Теперь, однако, Дедал понимает, что применение подобного принципа делает поезд вообще ненужными. Можно загерметизировать весь тоннель метрополитена и прокачивать через него

пассажиров, свободно плавающих в виде «взвеси» в жидкой дыхательной смеси. При этом нет никаких ограничений ни на скорость движения, ни на величину ускорения: пассажиры будут избавлены от неприятных ощущений. По своей пропускной способности новый транспорт не будет иметь себе равных: при скорости движения всего в 45 км/ч тоннель диаметром 6 м сможет пропускать до миллиона пассажиров в час! Некоторые сложности, безусловно, будут связаны с традиционной одеждой: шляпы не будут держаться на головах, а дамские юбки перестанут выполнять свое (драпирующее) назначение. Кое-кто, возможно, сочтет подобный способ передвижения унижительным для человеческого достоинства. Но время и растущая плотность населения работают на Дедала!

New Scientist, December 25, 1969

Комментарий Дедала

Эти проекты оказались не столь новыми, как я поначалу предполагал. Есть сведения, что в конце второй мировой войны в немецких ВВС был разработан водонаполненный комбинезон для пилотов реактивных самолетов; такой костюм, как предполагалось, должен был предотвратить потерю сознания при крутых виражах и других маневрах, связанных с большими мгновенными ускорениями. В 1958 г. итальянские физиологи Р. Маргариа, Т. Гвальтериотти и Д. Спинелли подвергали беременных крыс действию огромных ускорений — до 10 000 g. Сами крысы мгновенно погибали, но находящийся в утробе плод, окруженный со всех сторон жидкостью, оставался невредим и нормально развивался после хирургических родов. Опять же во время второй мировой войны эксцентричный изобретатель Джеффри Пайк предложил использовать трубопровод для ускорения переброски войск в Бирме. По его проекту солдаты перекачивались по трубе в напоминающих гробы контейнерах — это, конечно, весьма примитивно в сравнении с моей идеей.

Куда может завести вегетарианство?

«Полторы десятины и корова», — этот традиционный идеал фермера, живущего в единении с природой, представляется во многих отношениях явно завышенным. Получать молоко и мясо от животных, питающихся растительным кормом, — это далеко не самый эффективный способ использования солнечной энергии. Дедал вспоминает, что существуют организмы (ленточные черви, гидры, лншайники), которые способны к симбиозу с определенными видами зеленых водорослей, живущих *внутри* организма-хозяина. За уютное жилье «постояльцы» расплачиваются глюкозой и другими питательными веществами, которые они вырабатывают в процессе фотосинтеза, а организм-хозяин не в состоянии производить самостоятельно. Дедал указывает, что подобное взаимовыгодное сосуществование было бы идеальным для человека, организм которого получает энергию за счет окисления глюкозы до воды и углекислого газа, в то время как растения используют эти самые продукты для фотосинтеза глюкозы. Растения также утилизируют азот, содержащийся в биологических отходах организма.

Вначале Дедал придумал особую шляпу-оранжерею, из которой через шлаиг поступает воздух для дыхания. Кресс-салат, выращиваемый в этой «оранжерее», используется в пищу. Можно было бы также заселить кишечник микрофлорой, способной синтезировать питательные вещества, и подводить туда солнечный свет посредством гибких оптических волокон. Однако эти простые проекты не обеспечивают полностью автономного существования, поскольку они явно не обеспечат достаточного количества солнечной энергии. Кроме того, сохраняются все потери, связанные с естественным малоэффективным способом питания. Поэтому Дедал решил приспособить аппарат «искусственная почка» для того, чтобы прокачивать плазму крови через культуру водорослей, удаляя таким образом из крови углекислый газ и воду и насыщая ее глюкозой и кислородом. При этом иммунные системы двух организмов изолированы друг от друга, так что подобный симбиоз не вызовет нежелательных последствий. По рас-

четам Дедала, потребность человека в пище и кислороде сможет полностью удовлетворяться с поверхности площадью в 1 м^2 , содержащей 1 кг водорослей, — это вам, конечно, не «полторы десятины и корова». Одним ударом полностью разрешаются все проблемы питания и загрязнения окружающей среды в мировом масштабе! Человек, подключенный к небольшому аппарату, выставленному на солнце, будет представлять собой замкнутую экосистему и тем самым полностью избавится от необходимости дышать и принимать пищу (хотя, конечно, может время от времени позволять себе эти удовольствия). По ночам придется, правда, дышать: в темноте фотосинтез прекращается, и хотя глюкозу нетрудно запасти впрок, для создания ночного запаса кислорода потребовался бы большой и неуклюжий резервуар.

Казалось бы, с энергетической точки зрения этот проект выглядит вполне реальным, однако его осуществление сопряжено с некоторыми неудобствами: например необходимостью быть постоянно подключенным к ящику с водорослями. Поэтому Дедал не может остановиться на достигнутом. Он мечтает о подлинном симбиозе, подобном симбиозу ленточных червей с зелеными водорослями. Биохимики фирмы КОШМАР ведут изучение этих организмов, пытаясь понять, почему их защитные иммунные системы не вступают в конфликт между собой. Один из возможных ответов заключается в том, что клеточные оболочки водорослей пропускают только небольшие молекулы — такие, как молекулы глюкозы и углекислого газа; эти молекулы, будучи, так сказать, разменной монетой биохимии, не провоцируют защитной реакции организма. Специальная группа исследователей подвергает добровольцев действию ионизирующего излучения и лекарств, подавляющих иммунитет, пытаясь поселить соответствующие культуры прямо на поверхности кожи. Дело в том, что кожа, по крайней мере ее самый верхний слой, состоит в основном из мертвых клеток, постоянно заменяемых свежей тканью. Поэтому культура водорослей на поверхности кожи не причинит человеку вреда, а ее прорастание

вглубь будет невозможным из-за постоянного обновления кожных клеток. В любом случае из-за отсутствия солнечного света водоросли не смогут расти глубоко под кожей. А вырабатываемая ими глюкоза с легкостью будет проникать в кровеносные капилляры.

Таким образом, Дедал изобрел «зеленого человечка», о котором столько писали фантасты. Подобно своим фантастическим собратьям, он не нуждается в пище и воздухе, однако его непривычный облик делает его социально чуждым нам элементом. Чтобы избежать столь необычного облика, вместо зеленых водорослей можно использовать бурые: у содержавшегося в них фукоксантина процесс фотосинтеза протекает не менее активно, чем у зеленого хлорофилла, но на коже слой таких водорослей будет выглядеть как густой загар. Однако, чтобы «фотосинтетический человек» был полностью автономным, необходимо использовать все полтора квадратных метра поверхности тела. Но сегодня это вряд ли представляет проблему — ведь благодаря современному кинематографу нагота стала вполне привычным явлением, во всяком случае на экране. Дедал, впрочем, рассчитывает придумать «матовую» полупрозрачную одежду, которая обеспечила бы соблюдение приличий и сохранение тепла, но в то же время хорошо пропускала солнечный свет. Такая одежда могла бы даже повысить эффективность фотосинтеза за счет парникового эффекта, делая возможным существование «фотосинтетического человека» даже в условиях английского климата. В любом случае потребность человека в воздухе и пище будет если и не устранена полностью, то по крайней мере значительно снижена*.

New Scientist, September 17, 24, 1970

Из записной книжки Дедала

Взрослый человек расходует за день в среднем 3000 ккал ($E = 12$ МДж). Если вся эта

*Важность проблемы, поднятой Дедалом, несомненна. В настоящее время ведутся широкие исследования фотосинтезирующих животных (простейшие жгутиковые — хламидомонада) и животных, живущих в симбиозе с фотосинтезирующими водорослями (ленточные черви). — *Прим. ред.*



Специальная шляпа-оранженеря, из которой через шланг воздух поступает для дыхания.

энергия должна получаться за счет фотосинтеза, идущего в светлое время суток (допустим, в течение $t = 10$ ч $= 36000$ с), то необходимая мощность составит $P = E/t = 330$ Вт. К сожалению, КПД процесса фотосинтеза даже у хлореллы не превышает 8%, так что для получения такой полезной мощности понадобится получать от Солнца мощность $P = 330/0,08 = 4,2$ кВт. Учитывая, что даже при ярком солнечном свете на 1 м² освещенной поверхности приходится примерно 1 кВт мощности, «фотосинтетическому человеку» нужно иметь поверхность не меньше 4 м², т. е. существенно больше, чем 1,5 м², составляющих площадь поверхности нашей кожи.

Однако дело, быть может, обстоит не так уж безнадежно. Судя по всему, по крайней мере три четверти энергии, поступающей в организм человека с пищей, превращаются в тепло. А те 92% солнечной энергии, которые не используются в фотосинтезе, пойдут в основном на нагревание культуры водоросли, и выделившееся тепло будет в значительной мере передаваться крови за счет прямого теплообмена. Поэтому есть шанс, что вся потребность в тепловой энергии будет удовлетворяться за счет «тепловых отходов», так что через фотосинтез понадобится получать лишь оставшуюся четверть от общей потребности в энергии. Для этого хватит и 1 м^2 поверхности, хотя на практике, по-видимому, обеспечить полную автономность «фотосинтетического человека» не удастся. На 1 м^2 культуры при-

ходится примерно 1 кг водоросли. Это не слишком большая тяжесть для «зеленого человечка», если равномерно распределить ее по всей поверхности его тела.

И все же следует признать, что устройство наружного «парника» является более реалистическим подходом. Обмен веществ между водорослями и кровью будет осуществляться через полупроницаемую мембрану, пропускающую только простые молекулы: углекислоту, глюкозу, мочевины и т. п. В проблеме же создания «зеленого человечка» остается много неясного. Стоит еще внимательно присмотреться к симбиозу ленточных червей. Откуда в них берутся водоросли? Как эти водоросли размножаются и что происходит с отмирающими клетками водорослей? Какими веществами обмениваются особи, участвующие в симбиозе? Кто-то должен все это знать...

Молекулярный гироскоп

Гироскопы широко применяются в научных приборах, в системах навигации, стабилизации и т. п. К сожалению, при их изготовлении требуется исключительная точность, а в процессе работы они потребляют энергию. Дедал вспоминает, что в некоторых твердых телах (например, в камфоре) молекулы совершают вращательные движения в кристаллической решетке; в нормальном состоянии, однако, половина молекул вращается в одну сторону, а другая половина — в другую, так что суммарный гироскопический момент их равен нулю. Но если скорость вращения обычного гироскопа составляет примерно 10^4 об/мин, то молекулы при комнатной температуре совершают 10^{10} — 10^{11} об/мин, так что «молекулярный гироскоп» — если бы его удалось создать — обладал бы исключительно хорошими характеристиками. По расчетам Дедала, вращательная энергия молекул в шарике камфоры массой 10 г равна энергии этого шарика, вращающегося со скоростью 145 000 об/мин.

Вращение молекулы можно вызвать, воздействуя на нее квантом инфракрасного излучения — на этом основана вся техника ИК-

спектроскопии. Поэтому Дедал рассчитывает, что с помощью ИК-излучения надлежащей частоты ему удастся заставить вращаться молекулы в кристаллической решетке камфоры. В обычной ситуации половина молекул будет вращаться в одну сторону, а половина — в другую, но хитроумный Дедал собирается применить правополяризованное ИК-излучение. Под действием такого излучения молекулы будут вращаться в одну сторону, а кристалл в целом превратится в своеобразный «твердотельный гироскоп», обладающий удивительными свойствами*. Подобно обычному гироскопу, такой кристалл будет яростно прецессировать, если попытаться его наклонить. Вообще, молекулярные гироскопы станут сопротивляться попыткам изменить их ориентацию. Если положить такие кристаллы на стол, они будут

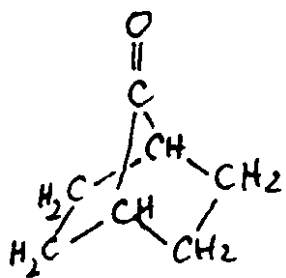
* Внимательный читатель, конечно, заметит большое сходство между «молекулярным гироскопом» и постоянным магнитом — твердым телом, в котором магнитные моменты всех атомов направлены в одну сторону. Однако передача энергии молекулярного гироскопа на макроскопическую ось едва ли возможна. — *Прим. ред.*

вертеться волчками; если потрясти склянку, в которую они насыпаны, оттуда послышатся скрипы и шорохи потревоженных молекул. Благодаря отсутствию трения молекулы должны вращаться бесконечно долго; а если кристаллы расплавить, то получится ни на что не похожая гироскопическая жидкость с необычными свойствами. «Гироскопическая жидкость» станет идеальной основой для создания гироскопов, гироскопов и других приборов, поскольку это вещество неопределенно долго сохраняет вращательный момент и не требует затрат энергии в процессе эксплуатации. В виде многотонных блоков гироскопов можно использовать для придания устойчивости судам. Вполне реальными могут оказаться и такие замечательные штуки, как гироскопизированные шляпы для фигуристов и канатоходцев или одионогие табуретки для малогабаритных квартир. А посылка с таким веществом приведет в недоумение работников почты.

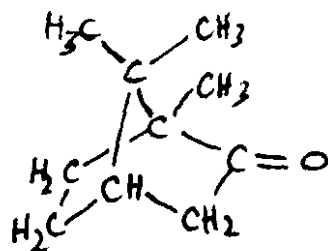
New Scientist, January 16, 1975

Из записной книжки Дедала

Существует немало кристаллов, у которых молекулы могут свободно вращаться в узлах решетки: камфора, четырехбромистый углерод, пентаэритритол. Нам нужна молекула, обладающая дипольным моментом, чтобы ее можно было раскрутить с помощью электромагнитного излучения. Для начала можно взять камфору. К сожалению, мне не удалось найти в химической литературе ИК-спектры этой молекулы. Рассмотрим поэтому в качестве модели норборнанон-7 (*Journal of Molecular Structure*, 26, 1975, p. 85).



Норборнанон-7



Камфора

Вращающаяся молекула (например, жесткая двухатомная молекула) теоретически может иметь лишь строго определенные (квантованные) уровни энергии: $E = BhJ(J + 1)$, где J — некоторое (целое) квантовое число, $B = h/8\pi^2I$ — константа, в которую входит момент инерции молекулы I . Молекула может переходить на следующий, более высокий энергетический уровень, поглощая квант излучения с определенной частотой ν : $\Delta E = h\nu = 2hBJ$ (для больших молекул, имеющих три различных момента инерции, дело обстоит несколько сложнее, но мы не будем здесь в это вникать). У молекулы норборнанона-7 ($C_7H_{10}O$, $M = 110$) все моменты инерции равны примерно 200 а. е. м. $\times \text{Å}^2$; можно предположить, что для камфоры ($C_{10}H_{16}O$, $M = 152$) они будут в полтора раза больше, $I = 300$ а. е. м. $\times \text{Å}^2 = 5 \times 10^{-45}$ кг/м², так что $B \approx 1,7$ ГГц (для молекулы норборнанона-7 B около 2,3 ГГц).

При комнатной температуре на каждую степень свободы молекулы приходится энергия, равная $1/2 kT$. Приравнявая $E = BhJ(J + 1) = 1/2 kT$ и принимая $T = 300$ К, а $B = 1,7$ ГГц, получим $J = 43$; это означает, что молекулы находятся в основном на 43-м разрешенном энергетическом уровне; чтобы возбудить их на следующий, более высокий уровень, мы должны подействовать на них излучением с частотой $\nu = 2BJ = 2 \times 1,7 \times 43 = 150$ ГГц, что соответствует длине волны излучения примерно 2 мм. Следует ожидать поэтому, что при комнатной температуре камфора должна иметь резкий пик поглощения на длине волны около 2 мм; если мы будем возбуждать молекулы на этой частоте правополяризованным ИК-излучением, то молекулы станут поглощать «правополяризованные» кванты. При возвращении на нижележащий уровень, однако, молекулы будут испускать либо правополяризованные, либо левополяризованные кванты. Поэтому после достаточно длительного облучения образца правополяризованным излучением все молекулы начнут в конце концов вращаться в одну сторону. (Вероятно, можно было бы поступить и по-другому: взять образец при очень низкой температуре, когда вращение молекул практически отсут-

вует, и нагревать его до комнатной температуры правополяризованным ИК-излучением со ступенчато возрастающей частотой,— тогда все молекулы будут вращаться в одну сторону. Так, наверное, будет даже быстрее.)

Какое количество вращательной энергии может накопить кристалл камфоры? Очевидно, $\frac{1}{2}RT$ Дж/моль. Тогда образец вещества массой 10 г будет обладать энергией $E = \frac{1}{2} \times 8,314 \times 300 \times (10/152) = 82$ Дж (кинетическая энергия вращения молекул). Если представить себе этот же образец в виде макро-

скопически вращающегося шарика, то такой шарик должен иметь радиус $1,33 \text{ см} = 0,0133 \text{ м}$ (если считать плотность равной 1 г/см^3), и обладать моментом инерции $I = 0,4 \text{ м}^2 = 0,4 \times 0,01 \times (0,0133)^2 = 7,1 \times 10^{-7} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Чтобы кинетическая энергия его вращения составляла 82 Дж, шарик должен вращаться с угловой скоростью ω , которая определяется из равенства $E = \frac{1}{2}I\omega^2$, откуда $\omega = \sqrt{2 \times 82 / (7,1 \times 10^{-7})} = 15\,200 \text{ рад/с} = 145\,000 \text{ об/мин!}$ Таким образом, «молекулярный гироскоп» способен запасти гораздо большую энергию вращения, чем обычный маховик.



Легкое дыхание...

Чтобы избежать опасности азотного опьянения, подводники при погружении на большую глубину пользуются различными дыхательными смесями, которые позволяют спокойно работать в условиях, когда внешнее давление достигает десятков атмосфер. Дедал отмечает, что многие инертные газы имеют очень высокую плотность, причем с повышением давления плотность возрастает. По расчетам Дедала, при давлении в 50 атм плотность самого тяжелого из устойчивых инертных газов — ксенона равна плотности воды, так что человек вполне может в нем плавать. При этом давлении содержание кислорода, необходимое для дыхания, составляет всего 0,5% — ощущения человека в такой среде одновременно напоминают погружение на глубину и свободное падение, но без риска утонуть или свернуть себе шею. Дедал предлагает соорудить огромные герметически закрытые куполы, снабдив их шлюзовыми и декомпрессионными камерами, и заполнить их сжатым ксеноном. Внутри такого купола человек сможет наконец-то удовлетворить свое врожденное стремление парить подобно птице*. Вода легкого сжатого ксенона и поэтому станет всплывать вверх; таким образом, под сводом купола можно устроить озеро (заметьте, что брызги от брошенных в воду предметов полетят вниз!). Разница в плотности воды и сжатого ксенона настолько мала, что брызги и волны будут расходиться с восхитительной медлительностью.

Как считает Дедал, его идея прежде всего открывает новую возможность «отдохнуть душой». Не исключено, что сеансы психоанализа, проведенные в этой полностью расслабляющей (в буквальном и переносном смысле) среде, помогут изможденным пациентам снять тяжесть с души и, быть может, даже откроют тайные истоки извечного стремления людей летать. Вспоминая о легендарных достижениях своего предтечи по части полетов, Дедал пред-

полагает, что в основе общечеловеческого желания взлететь в воздух лежит наследственная память человечества о воспетом классиками подвиге.

Эта гипотеза также объясняет загадочное начало одного из малоизвестных вариантов поэмы Кольриджа:

Построил в Ксеноду Кубла
Чертог, ксенона полный храм...*

New Scientist, July 6, 1967

Из записной книжки Дедала

Похоже, что ксенон — единственный газ, плотность которого может превышать плотность воды: в критической точке (при температуре 16,6°C и давлении 58 атм) его плотность составляет 1154 кг/м³. Допустим, что при 25°C и 50 атм ксенон находится в истинно газообразном состоянии, а его плотность равна плотности воды, т. е. 1000 кг/м³. Можно ли дышать в такой среде? Чтобы концентрация кислорода (по массе) в ксеионе была равна содержанию кислорода в обычном воздухе, при 50 атм кислород должен составлять всего 0,5% объема смеси (Xe + O₂) — наличие столь незначительного количества кислорода вряд ли окажет сильное влияние на ее физические свойства. Вязкость ксенона при давлении в 1 атм и температуре 20°C лишь немного превышает вязкость воздуха (2,3 × 10⁻⁵ и 1,8 × 10⁻⁵ Н·с/м² соответственно); как известно, вязкость газа мало зависит от давления. Поэтому ксеионовой смесью будет дышать не труднее, чем обычной дыхательной смесью для глубоководного погружения, обладающей примерно той же

* В дошедшем до нас варианте поэмы «Кубла-хан, или Видение во сне» английского поэта С. Т. Кольриджа (1772—1834) начальные строки звучат так:

Построил в Занаду Кубла
Чертог, земных соблазнов храм...

(пер. В. Рогова).—

Прим. перев.

* В настоящее время заполнение легких жидкостью, насыщенной кислородом, используется для «промывания» легких при ряде тяжелых заболеваний.— *Прим. ред.*

ОБЩЕСТВЕННАЯ КСЕНОНОВАЯ БАНЯ

Газоочистные
колонны

Предохранительный
клапан

Озеро

Газгольдер

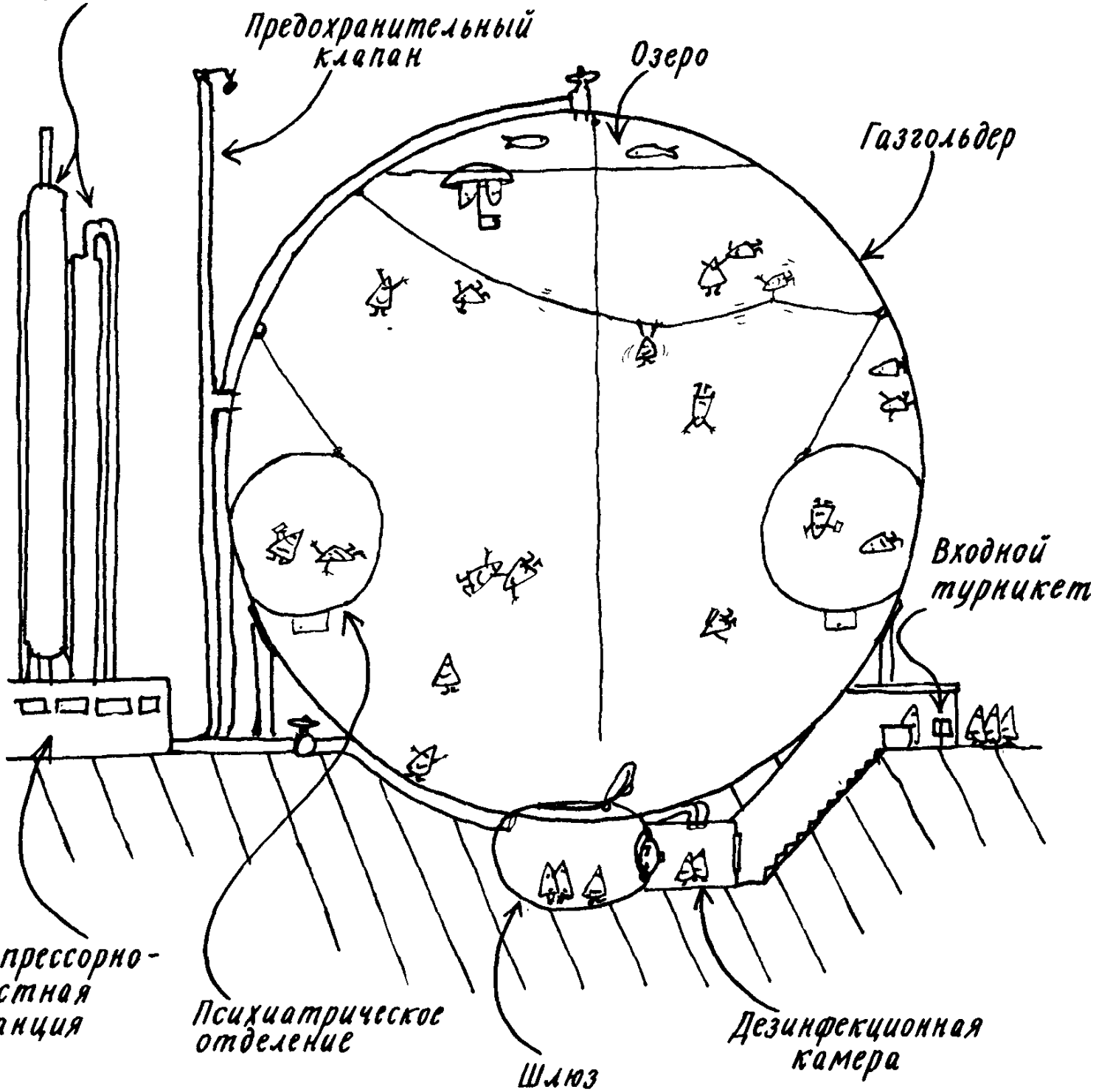
Входной
турникет

Компрессорно-
очистная
станция

Психиатрическое
отделение

Шлюз

Дезинфекционная
камера



вязкостью, что и воздух. В любом случае, если даже дыхание в подобных смесях затруднено, мы всегда имеем возможность слегка повысить концентрацию кислорода.

Любопытно также, что наш голос будет звучать в такой смеси очень «грубо» — в противоположность «голосу Буратино», который получается с помощью гелий-кислородной смеси. Дело в том, что скорость звука в гелии намного выше, чем в воздухе (970 и 331 м/с при 0°C соответственно), а скорость звука в ксеноне намного меньше (169 м/с), чем в воздухе. Таким образом, голос в ксеноне станет ниже на целую октаву.

Комментарий Дедала

На поверку оказалось, что высказанные здесь предположения довольно нестандартны. Профессор Дж. Килстра дает захватывающее опи-

сание (*Scientific American*, Aug. 1968, p. 66) опытов, в которых животные — а в одном случае и человек-доброволец — дышали насыщенными кислородом жидкостями (например, соленой водой). Основная проблема при этом возникает из-за высокой вязкости жидкостей (вязкость воды, к примеру, составляет 10^{-3} Н·с/м², что в 60 раз превышает вязкость воздуха) и соответственно низкой скорости диффузии растворенных газов, отчего эффективность дыхательного газообмена снижается и затрудняется вдох-выдох. В то же время при использовании для дыхания жидкостей отпадает необходимость в значительном повышении давления: для насыщения соленой воды кислородом в количестве, достаточном для дыхания, необходимо давление всего в 5 атм, а некоторые фторуглеродные соединения содержат достаточное количество кислорода уже при атмосферном давлении.

Слабые и искаженные звуки

Дедал предлагает новый способ борьбы с шумом. Он указывает, что любой звук представляет собой волновое движение и поэтому может быть погашен идентичной звуковой волной, имеющей противоположную фазу. Дедал конструирует прибор, в котором подобный принцип гашения звуковых колебаний используется для подавления шума, создаваемого, например, реактивными самолетами. По проекту Дедала, вблизи двигателя самолета устанавливаются микрофоны, которые служат датчиками шума. Сигнал от микрофонов усиливается и подается на громкоговорители, размещенные таким образом, чтобы излучаемые ими звуковые волны были в противофазе с исходным шумом. Таким же способом можно глушить шумы, порождаемые мотоциклами, отбойными молотками и т. п. В тех же случаях, когда полное глушение звука вряд ли возможно (например, когда вас донимает радиоприемник у соседей или плачущий младенец), Дедал предлагает использовать индивидуальные противозумные устройства, распо-

лагаемые вблизи ушей владельца. Такое устройство может обладать направленным действием и гасить только нежелательный шум, позволяя прочим звукам доходить до ушей владельца*.

New Scientist, February 3, 1966

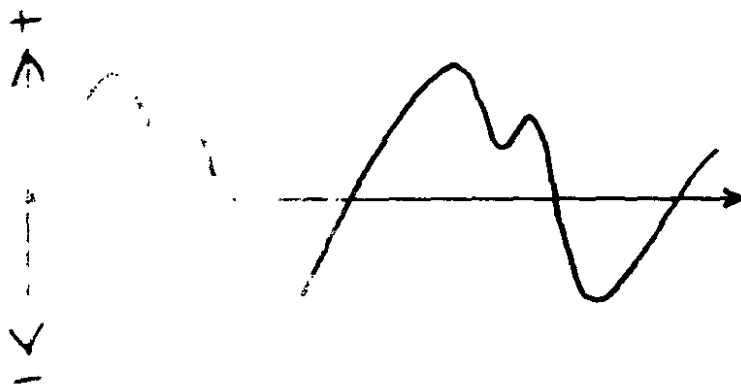
Голос плачущего младенца имеет как раз такой тембр, который особенно привлекает внимание родителей. Дедал задумался над вопросом, не является ли это преднамеренным действием. Для проверки своего предположения Дедал намерен заполнить колыбельки безвредными газами различной плотности и посмотреть, что из этого выйдет. Если ребенок кричит инстинктивно, не прислушиваясь особенно к собственному крику, то гелий (в атмосфере которого крик младенца перейдет в область

* Для борьбы с шумом существует немало остроумных изобретений. Например, в наших аптеках можно купить волокнистый фильтр «Беруши», поглощающий звуки с частотой выше и ниже основных частот человеческой речи.— *Прим. ред.*

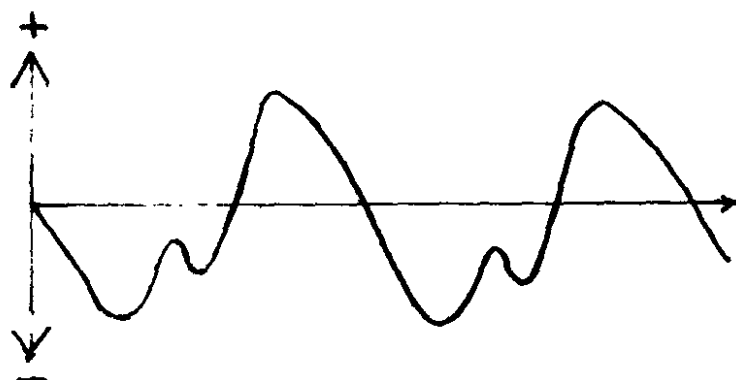
ультразвука) или перфторциклобутан (который превратит пронзительный визг в приятный густой бас) могут принести желанный покой во многие семьи. Однако Дедал подозревает, что коварные малытки знают, какой голос вернее всего привлечет внимание матери, и в любой газовой смеси будут кричать в нужном диапазоне.

Несомненно, акустическая обратная связь играет очень важную роль у взрослых людей: если внести в эту обратную связь искажения, например, с помощью магнитофона, создающего временную задержку, то говорящий начнет нечленораздельно бормотать и заикаться. Здесь открывается широкое поле деятельности для физиологов фирмы КОШМАР, которые проводят опыты с различными газовыми смесями и магнитофонами, пытаясь заставить лягушек и попугаев заикаться, а певчих птиц — сбиваться с тональности, чтобы выяснить, способны ли эти существа слышать сами себя. Стремясь получить еще более фундаментальные результаты, Дедал проектирует программируемый универсальный цифровой акустический фильтр (ПУЦАФ), который позволит произвольным образом изменять акустическую обратную связь.

Первый и самый важный опыт состоит в том, чтобы подвести к ушам говорящего акустические колебания в противофазе с произносимыми им звуками и таким образом полностью уничтожить естественную обратную связь. Тогда человек вообще не будет иметь представления о том, что и как он произносит. Здесь возникает любопытная задача: дело в том, что мы воспринимаем собственный голос совершенно иначе, чем его слышат окружающие (многие люди, к примеру, не узнают собственный голос в магнитофонной записи). Это обусловлено тем, что собственный голос мы слышим в передаче не только через воздух, но и через кости и полости головы, обладающие собственными акустическими резонансами. Чтобы полностью подавить «внутренне» воспринимаемый голос, ПУЦАФ должен соответствующим образом исказить звуки, поступающие в микрофон. (Кстати, прослушивая такие искаженные звуки через громкоговори-



Исходный звук.



Антизвук, который в любой момент находится в противофазе с исходным звуком, так что при сложении колебания взаимно уничтожаются.



тель, каждый может узнать, каким он слышит свой собственный голос.)

Как только удастся полностью подавить акустическую обратную связь и человек перестает слышать звуки своего голоса, можно приступить к дальнейшим экспериментам. Теперь в качестве искусственной обратной связи мы будем предъявлять испытуемому слегка

искаженные звуки. Наш слухоречевой аппарат будет принимать их за подлинный сигнал обратной связи, и мы станем соответствующим образом корректировать произносимые звуки. Например, певец, слыша вместо взятого «ля» более высокий «ля-диез», поведет голос вниз и возьмет «ля-бемоль», стремясь исправить ошибку. Аналогично, уменьшив громкость сигнала обратной связи, мы заставим певца напрягаться в мощнейшем фортиссимо. Быстро изменяя частотные и амплитудные искажения обратной связи, мы можем добиться от исполнителя совершенно новых вокальных ходов. Дедал надеется, что при надлежащем программировании ПУЦАФ станет идеальным помощником при изучении иностранных языков, освоении новых диалектов и исправлении речевых дефектов. Трудно заранее определить пределы возможностей нового прибора: не исключено, что благодаря ему шотландец заговорит с китайским акцентом, а кошка научится лаять.

New Scientist, May 28, 1970

Комментарий Дедала

Когда в 1966 г. мне впервые пришла в голову мысль о новом способе подавления шума, я с гордостью отнес ее в разряд своих лучших идей. Поэтому мне было довольно обидно узнать, что меня опередили: оказалось, что первым эту идею выдвинул Артур

Кларк и использовал ее в рассказе «Прошу тишины», опубликованном в 1957 г. Ну что же, придется утешаться хотя бы тем, что стать вторым после Артура Кларка тоже почетно, тем более что впоследствии эта идея нашла практическое применение.

Самый ранний из известных мне патентов, связанных с этой проблемой, был выдан в Великобритании за № 1 304 329 немецкой авиационной фирме «Мессершмитт» в 1973 г. Предлагается метод снижения шума пропеллеров у самолетов и аппаратов на воздушной подушке путем создания «антишума» с помощью сирен, приводимых в действие сжатым воздухом, или даже используя части обшивки фюзеляжа в качестве диффузора громкоговорителя.

В 1977 г. сообщалось (*New Scientist*, Nov. 17, 1977, p. 427), что три учебных заведения (Саутгемптонский и Кембриджский университеты, а также Научно-технический колледж в Челси) ведут работы по использованию «антизвука» для нейтрализации низкочастотных шумов в самолетах, вентиляционных установках и даже на открытых пространствах. В 1981 г. (*New Scientist*, April 16, 1981, p. 165) поступило сообщение о первом практическом использовании такой установки: на газокompрессорной станции в Даксфорде было установлено 72 мощных громкоговорителя, что позволило с помощью «антизвука» уменьшить шум, создаваемый мощной турбиной.

Усталость света

Загадочное «красное смещение» света, приходящего к нам от далеких галактик, обычно объясняется тем, что эти галактики удаляются от нас с огромной скоростью. Дедала, однако, больше привлекает гипотеза «усталости света», согласно которой свет по мере распространения постепенно теряет энергию, а следовательно, его частота понижается. Одно из затруднений состоит в том, что с релятивистской точки зрения при движении (в вакууме) со

скоростью света время полностью «останавливается». Иначе говоря, перемещение фотонов на любое расстояние происходит мгновенно — как же в таком случае они могут «состариться» или «устать»? Однако даже в космическом пространстве свет движется не в абсолютном вакууме, а в среде, показатель преломления которой отличен от единицы, — соответственно скорость света в этой среде меньше скорости света в вакууме. Временные интервалы для фото-

нов сокращаются, но не до нуля, и свое путешествие в пространстве фотоны совершают не мгновенно. Правда, в космическом пространстве на 1 м^3 объема приходится примерно лишь 100 атомов водорода и показатель преломления такой среды очень близок к единице (по расчетам Дедала, он равен $1 + 2,6 \times 10^{-28}$). Но и при этом фотон, проходящий путь в 10^{10} св. лет (расстояние, соответствующее уменьшению частоты в 2 раза), затратит на него примерно 2 ч «субъективного» времени, т. е. времени в системе отсчета движущегося фотона. Это дает Дедалу основание предположить, что за 2 ч фотон теряет половину своей энергии.

Для проверки этого замечательного вывода Дедал планирует следующий эксперимент. Известно, что показатель преломления воды намного выше, чем у межзвездного газа. Поэтому свет движется в воде значительно медленнее, и за 2 ч «субъективного» времени фотон пройдет в воде всего $2,7 \times 10^{12}$ м, а $1 \cdot 10^{-7}$ часть своей энергии свет потеряет на пути в 390 км. Соответствующий сдвиг частоты легко измерить лазерным интерферометром. Сейчас Дедал подыскивает подходящее место для прокладки прямолинейной трубы длиной в 400 км, заполненной водой. Наиболее подходящим местом для этого он считает равнину Налларбор в Австралии, где железнодорожный путь проложен строго по прямой на протяжении 500 км и трубу будет нетрудно установить параллельно рельсам. Если же этот смелый проект, направленный на решение ключевой проблемы современной космологии, не получит финансовой поддержки, Дедал намерен провестить его под видом сооружения трансконтинентального водопровода.

New Scientist, March 9, 1972

Из записной книжки Дедала

Красное смещение света, приходящего от галактики, удаленной от нас на расстояние d м, равно $-\delta\nu/\nu = Hd/v_{\text{изл}}$, где H — постоянная Хаббла, а $v_{\text{изл}}$ — скорость распространения излучения, испытывающего красное смещение. Обычно красное смещение интерпретируется как

доплеровский сдвиг частоты, возникающий из-за того, что галактика удаляется от нас с кажущейся скоростью $V = Hd$. Под скоростью распространения излучения $v_{\text{изл}}$ обычно понимается скорость света в вакууме; однако поскольку межзвездный газ в действительности имеет коэффициент преломления, не равный 1, следовало бы принять $v_{\text{изл}} = c/n$, где n — показатель преломления среды. Считая эту зависимость линейной для небольших (по космическим масштабам) расстояний, мы можем принять $d = \delta l$; тогда

$$-\delta\nu/\nu = nH\delta l/c.$$

Обозначив величину c/nH через L , получим

$$-\delta\nu/\nu = \delta l/L. \quad (1)$$

Если понимать это выражение как меру «усталости» света (т. е. считать, что при прохождении в среде расстояния δl частота света уменьшается на $\delta\nu$), то, проинтегрировав (1), мы получим выражение для уменьшения частоты на конечном пути l :

$$\nu = \nu_0 \exp(-l/L). \quad (2)$$

Здесь ν_0 — исходная частота света, а ν — его частота после прохождения пути l в преломляющей среде. Частота света уменьшается в e раз на пути $l = L$; L поэтому можно назвать «характеристическим космическим расстоянием», $L_{\text{характ}}$. Аналогично можно ввести характерный масштаб, на котором частота света уменьшается вдвое: $L_{1/2} = L_{\text{характ}} \ln 2 = 0,69 c/nH$. Поскольку n очень близко к 1, это значение хорошо согласуется с величиной $L_{1/2} = 0,6 c/H$, полученной из формулы для доплеровского сдвига с релятивистской поправкой.

Какое время $t_{\text{характ}}$ затрачивает фотон на прохождение характеристического расстояния $L_{\text{характ}}$? В межгалактической среде с показателем преломления n свет распространяется со скоростью $v_{\text{изл}} = c/n$, и искомое время для неподвижного наблюдателя будет равно $t = L_{\text{характ}}/v_{\text{изл}}$. Подставляя c/n вместо $v_{\text{изл}}$ и c/nH вместо $L_{\text{характ}}$, получаем $t = 1/H$. В системе отсчета, связанной с фотоном, происходит релятивистское сокращение времени в $\sqrt{1 - v_{\text{изл}}^2/c^2}$ раз или (так как $v_{\text{изл}} = c/n$) в $\sqrt{1 - 1/n^2}$ раз. Поэтому «субъективное»

время, за которое частота фотона уменьшается в e раз, равно

$$\tau = \sqrt{1 - 1/n^2}/H. \quad (3)$$

Я считаю, что уменьшение частоты фотона, которое мы наблюдаем как красное смещение, вызвано его старением в собственной системе отсчета по экспоненциальному закону, который описывает, например, и радиоактивный распад. С этой точки зрения τ можно понимать как характеристическое время старения фотона в уравнении, аналогичном уравнению (2):

$$v = v_0 \exp(-t/\tau),$$

где t — текущее время в системе отсчета, связанной с фотоном, а v_0 — исходная частота фотона.

В таком случае τ является характеристической константой для фотона, и, как следует из уравнения (3), мы можем определить ее через постоянную Хаббла и показатель преломления межгалактической среды n . Попробуем это сделать.

Показатель преломления газовой среды довольно хорошо аппроксимируется выражением $n = 1 + kN$, где N — число атомов (моле-

кул) на 1 м^3 , а k — некая постоянная, характеризующая данный газ. Подставив это выражение в (3), получим в первом приближении

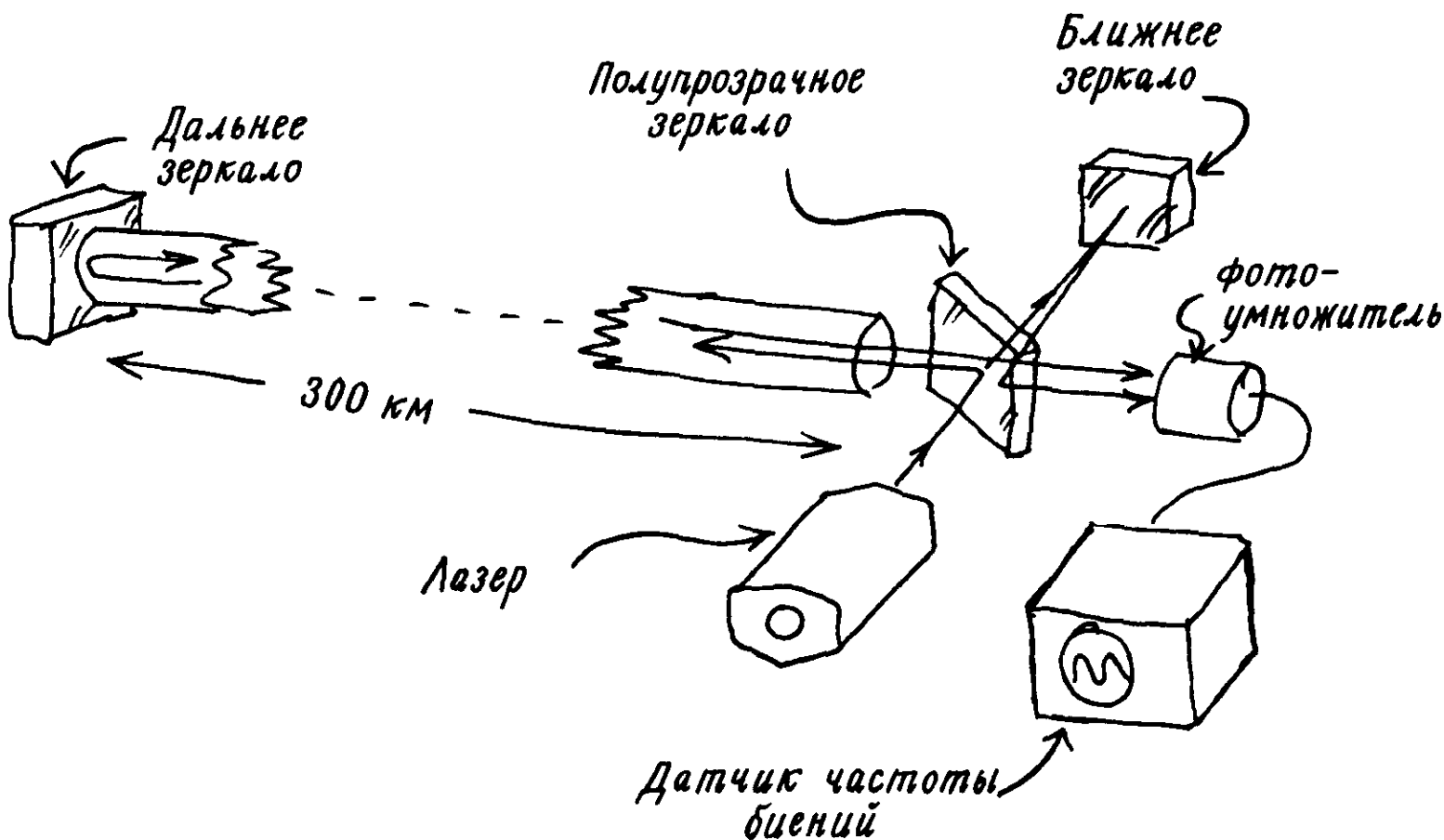
$$\tau = \sqrt{2kN}/H.$$

Для водорода при 0°C и давлении 1 атм $N = 5,3 \times 10^{25} \text{ м}^{-3}$ и $n = 1,000138$, откуда $k = 0,000138/(5,3 \times 10^{25}) = 2,6 \times 10^{-30} \text{ м}^3$. В межзвездном газе содержится примерно 100 атомов водорода на 1 м^3 объема, а постоянная Хаббла $H \approx 2 \times 10^{18} \text{ с}^{-1}$; тогда

$$\tau = \sqrt{2kN}/H = \sqrt{2 \times 2,6 \times 10^{-30} \times 100}/(2 \times 10^{18}) = 11\,400 \text{ с}.$$

Соответствующее «время полураспада» фотона составляет $\tau_{1/2} = \tau \ln 2 = 7900 \text{ с}$, или около 2 ч. Жизнь фотона, оказывается, коротка!

Можно ли проверить эти выводы на опыте? Проведенные рассуждения относятся к любой преломляющей среде. Поэтому для любой среды мы можем определить средние значения «постоянной Хаббла» $H_{\text{ср}}$ и «характеристического расстояния» $L_{\text{ср}}$ по известному показателю преломления $n_{\text{ср}}$ и полученному значе-



нию τ :

$$H_{\text{ср}} = \sqrt{1 - 1/n_{\text{ср}}^2/\tau};$$
$$L_{\text{ср}} = c/n_{\text{ср}}H_{\text{ср}} = c\tau/(n_{\text{ср}}\sqrt{1 - 1/n_{\text{ср}}^2}) = \\ = c\tau/\sqrt{n_{\text{ср}}^2 - 1}.$$

Для среды с высоким показателем преломления характеристическое расстояние $L_{\text{ср}}$ будет невелико, поскольку скорость распространения света существенно ниже, чем в вакууме. Например, для воды ($n = 1,33$)

$$L_{\text{воды}} = c\tau/\sqrt{n_{\text{воды}}^2 - 1} = 3 \times 10^8 \times \\ \times 11\,400/\sqrt{1,33^2 - 1} = 3,9 \times 10^{12} \text{ м}.$$

(Соответствующее расстояние $L_{1/2}$ для воды равно $L_{\text{воды}} \ln 2 = 2,7 \times 10^{12}$ м.)

Согласно (1), снижение частоты света на пути δl в воде равно

$$-\delta\nu/\nu = \delta l/L_{\text{воды}} = \delta l/(3,9 \times 10^{12}).$$

Тогда уменьшение частоты на одну десяти-миллионную долю (такое изменение частоты нетрудно зарегистрировать современными методами) должно произойти на пути, равном

$$\delta l = 10^{-7} \times 3,9 \times 10^{12} = 3,9 \times 10^5 \text{ м} = 390 \text{ км}.$$

Похоже, что подобный эксперимент вполне можно было бы поставить на практике.

Комментарий Дедала

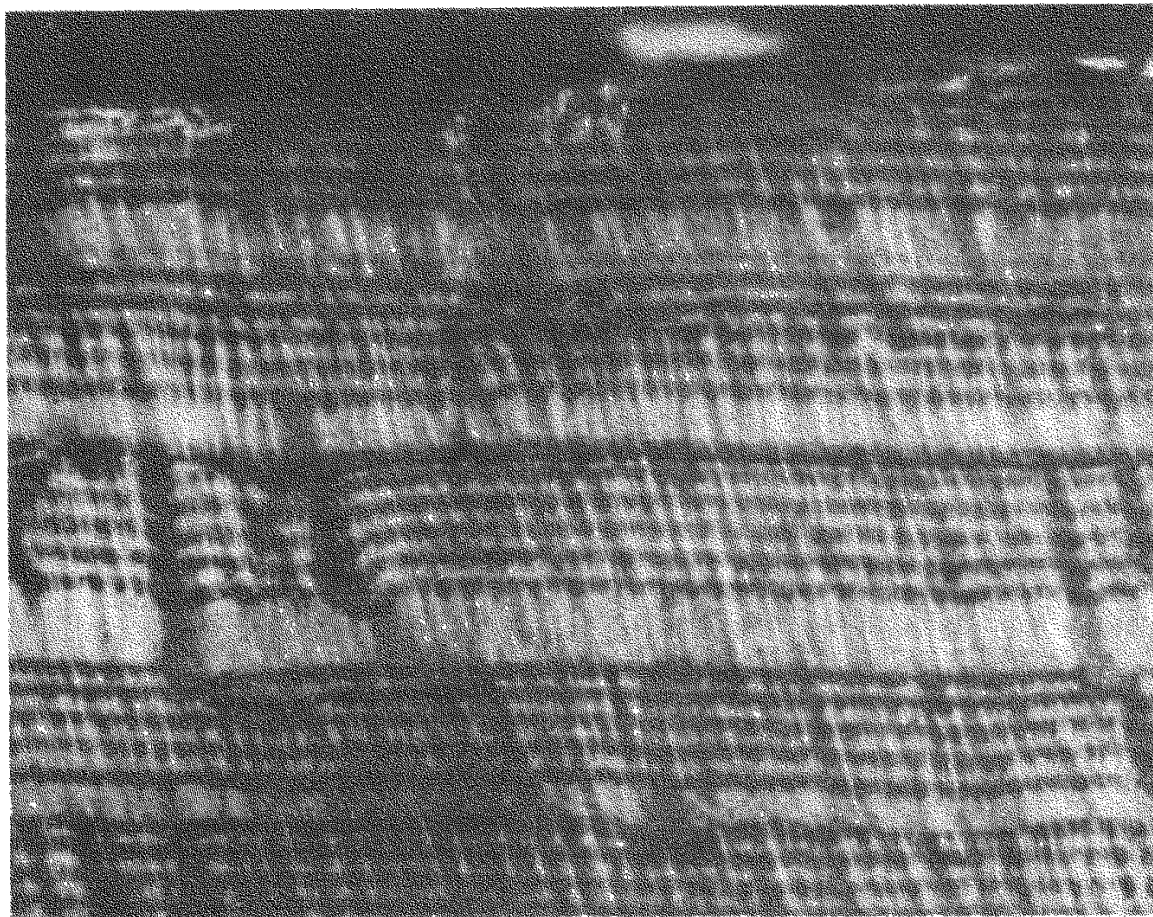
С тех пор как в 1972 г. я проделал эти расчеты, техника волоконных световодов и методы точных измерений частоты шагнули далеко вперед и проведение предлагаемого эксперимента стало еще более реальным. Заметное красное смещение должно произойти, когда свет пройдет внутри световода расстояние всего лишь в несколько километров.

Скрытые письма

Дедал рассматривает загрязнение окружающей среды как бесценное национальное достояние. Он вспоминает, что историкам удастся разобрать надписи на старинных пергаментах, сделанные одна поверх другой, и пытается разработать аналогичную методику анализа слоев копоти на стенах домов, свалок промышленных отходов, наслоений на дне старых каналов. Всякий производственный процесс сопряжен с выбросом определенных веществ, которые затем оседают в окрестностях. Поэтому тщательный химический анализ наслоений должен выявить, каким топливом пользовались и как его сжигали, какие применялись химические реактивы, смазочные материалы и т.д. Всякая приостановка производства, всякое изменение производственного процесса будут отражены в бесчисленных слоях, отложившихся на заброшенных фабричных корпусах или на стенах старинной ратуши. Современные микроскопические и микроаналитические методы позволят археологу прочесть эту драматическую летопись — если, конечно, ее прежде не уничтожат недалеконданные блюстители чистоты. Дедал призывает бе-

режно относиться к копоти на стенах старых заводов и железнодорожных тоннелей, к кучам шлака на заводских дворах: это кладези сведений об истории промышленного развития страны.

В частности, этот принцип можно использовать при изучении истории кулинарного искусства. Аромат, исходящий от кушаний, конденсируется на стенах в виде тонкого и душистого слоя жира. С течением времени на стенах кухонь и обеденных залов в безупречной последовательности накапливаются химические составляющие бесчисленных завтраков, обедов и ужинов. Быть может, их удастся даже подразделить по смене блюд при каждом застолье — от закусок до коньяка и сигар. Поскольку вкус каждого блюда определяется именно летучими веществами, в этих слоях содержится точная рецептура каждого блюда. Таким образом, тщательный химический анализ веществ, отложившихся на нечищенном сто лет потолке кухни французского отеля, может рассказать нам многое о вкусах знаменитых гурманов и творчестве легендарных поваров и



«Воскресный камень» находится в музее города Нью-касл-апон-Тайн. Шестидневная рабочая неделя в шахте из которой он извлечен, отмечена на срезе шестью полосами угольной пыли. Широкие белые полосы соответствуют воскресеньям, когда шахта не работает. Вторая серия полос (внизу) содержит только пять линий, должно быть, в эту субботу местная футбольная команда играла на своем поле!



даже позволит восстановить рецепты забытых блюд*.

New Scientist, May 7, 1970

Комментарий Дедала

Красивым примером хронологической последовательности загрязнений являются «воскресные камни» — отложения на трубах, по которым откачивали воду из старых угольных шахт. В воде постоянно содержалась белая известковая взвесь; во время рабочей смены в воду попадала также угольная пыль. Поэтому на срезе отложения, снятого со стенки трубы, рабочие смены отмечены отчетливыми черными линиями. В воскресенье шахта не работала, и этот день отмечен более широкой белой полосой.

Хотя предложенный мной метод историографического исследования еще не был использован во всей его полноте, одно из моих пред-

* Дедал не упоминает об очень интересных работах по анализу состава льда в Антарктиде, который позволил определить время широкого применения фреона, ДДТ и других веществ.— *Прим. ред.*

положений оказалось пророческим. Идею о том, что история промышленного развития страны может быть прочитана по отложениям на дне старинных каналов, с успехом развили Э. Гольдберг и его коллеги (*Geochemical Journal*, 10, 1977, p. 165; *New Scientist*, March 31, 1977, p. 757). Эти ученые решили исследовать ров вокруг императорского дворца в Токио. Подобраться к обители божественного смертного не так-то просто, но после долгой бюрократической волокиты Гольдбергу удалось получить керн со дна рва. Химический анализ слоев позволил восстановить историю загрязнений воздуха в Токио. Например, изменение содержания свинца и кадмия в слоях отражает увеличение интенсивности автомобильного движения, минимум содержания цинка и меди в период примерно 1955 г. может соответствовать переходу от послевоенной разрухи к мирному процветанию; высокое содержание углерода указывает на широкое использование каменного и древесного угля в качестве топлива.

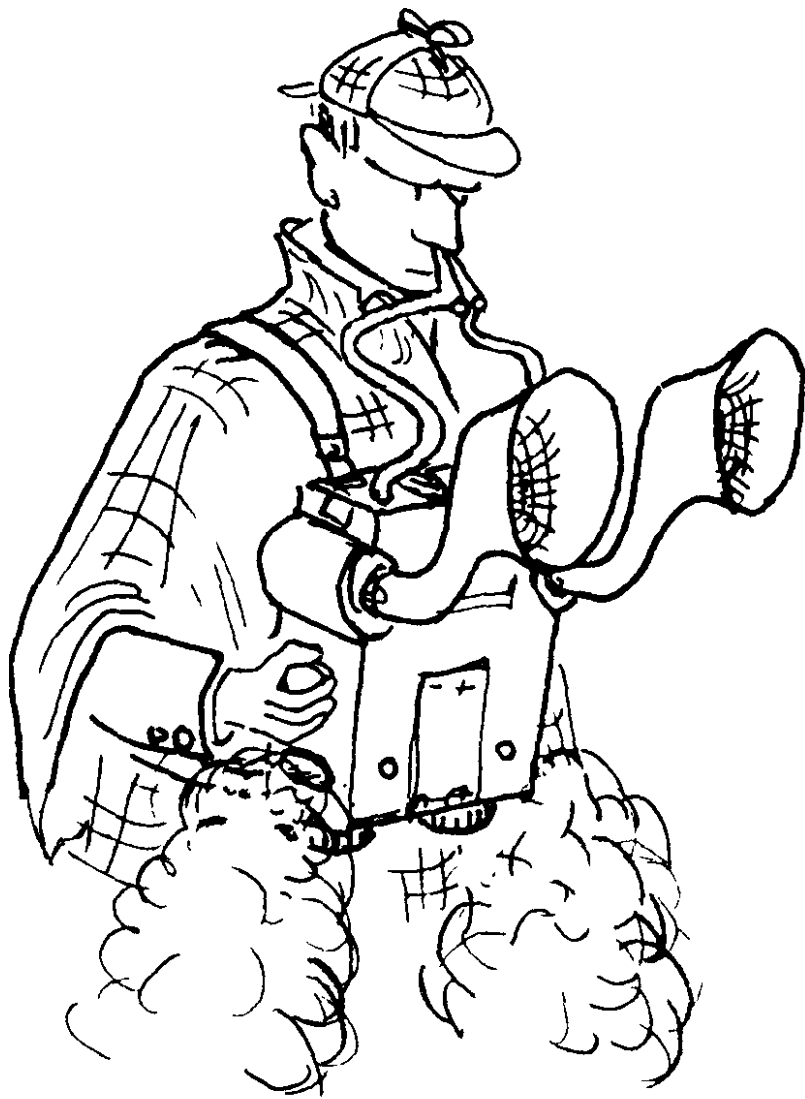
Итак, владельцы дворцов и замков, не мутите воду во рвах! Быть может, здесь еще пишутся ваши фамильные мемуары!

Усиление запахов

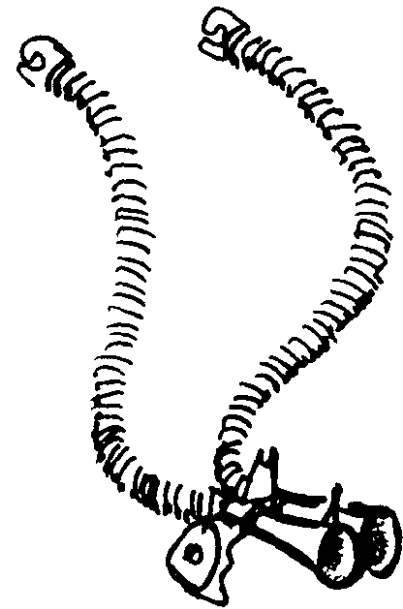
В помощь нашим органам чувств сконструированы различные приборы, например телескопы, микрофоны и другие устройства, однако до сих пор никто не изобрел усилитель запахов. Стремясь восполнить этот досадный пробел, Дедал предлагает новую конструкцию — «Мегаиос» фирмы КОШМАР. Это несложное устройство напоминает хобот и подсоединяется к носу человека. Засасываемый вентильатором окружающий воздух подается струей на бесконечную ленту, охлаждаемую до температуры жидкого воздуха, и все летучие вещества конденсируются на ней. Движущаяся лента проходит мимо нагревателя, где летучие вещества вновь испаряются и попадают в трубку, через которую подается воздух для дыхания. Поскольку объем воздуха, из которого сконденсированы пахучие вещества, в тысячи раз больше объема возду-

ха, поступающего для дыхания, концентрация этих веществ в воздухе, попадающем в нос человека, в тысячи раз выше, чем в окружающем воздухе. Столь огромное усиление (его можно еще повысить, увеличив число каскадов) откроет для человека совершенно новый мир запахов*. Войдя в комнату, мы сразу по характерным для каждого индивидуума запахам узнаем, кто в ней находится, кто здесь был раньше и как долго. Тотчас можно будет определить, кто забыл закрыть кран и что притащила кошка с улицы в дом. Даже слабый запах перегретой электропроводки или течь в га-

* «Усилитель запахов» усиливает только те запахи, которые обусловлены летучими веществами. Однако он не способен усилить аэрозольную компоненту запаха, которая иногда бывает значительной (см. [23]).— *Прим. ред.*



Усилитель запахов «Меганос» фирмы КОШМАР.



Макроприставка к «Меганосу».

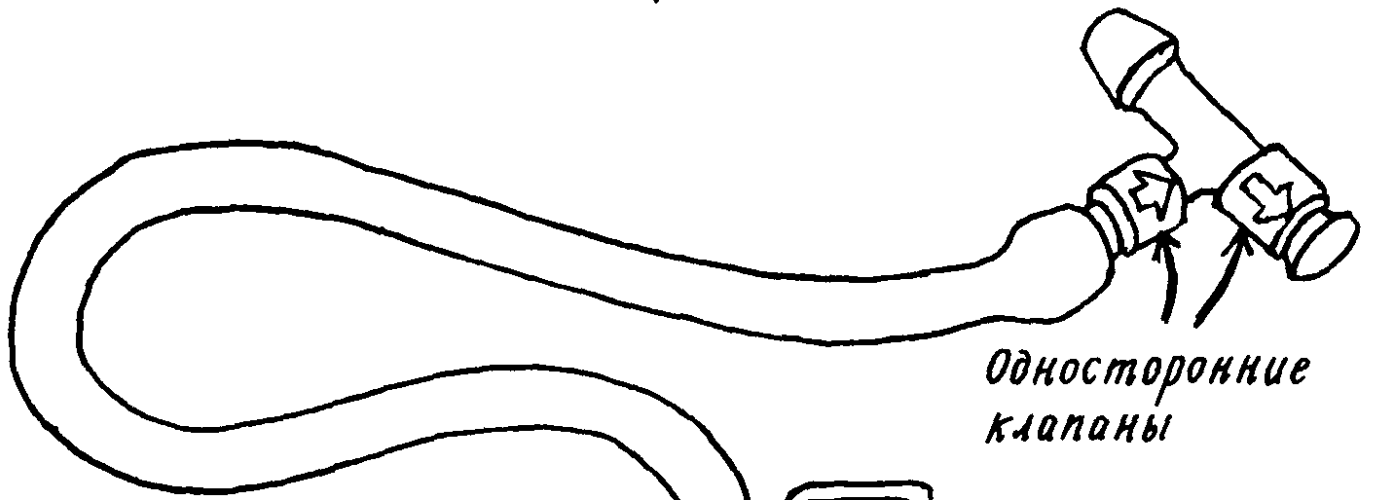
зовых трубах удастся быстро заметить и предотвратить несчастье.

Сложнее, однако, определить местонахождение источника запаха. Дедал предлагает использовать для этой цели двухканальный «Меганос», подключаемый раздельно к правой и левой ноздре. Это позволит создать доселе неизвестный эффект «стереозапаха», который по-

может нам мгновенно определить источник самых слабых ароматов. Нет сомнения, что такое соединение собачьей остроты нюха с человеческим разумом создадут серьезную угрозу для преступников, которые не могут не оставить улик в виде запахов на месте преступления. Но, с другой стороны, и запах полиции будет слышен издали...

New Scientist, September 21, 1972

СТЕРЕОМЕГАНОС (правый канал)



(Батарея питания размещается между правым и левым каналом)

Центробежный вентилятор

Основной воздухозаборник

Регулятор оборотов вентилятора (регулировка усиления)

Отверстие для выхода воздуха и азота

Подогреватель

Дополнительный воздухозаборник

Кольцевая лента движется навстречу воздушному потоку

Сосуд Дьюара для жидкого азота

Байонетное крепление позволяет быстро менять дьюары

Еще раз о зрении в инфракрасном диапазоне

Глаз человека способен различать цвета от красного до фиолетового. Однако видимые цвета радуги занимают лишь узкий участок в оптическом спектре. Большая часть оптического спектра лежит за пределами возможностей человеческого зрения — в инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах. Дедал вспоминает историю об ученом-спектроскописте, который при аварии потерял хрусталик глаза. Прописанные ему очки обладали прозрачностью в ближней УФ-области, и профессор получил возможность видеть в УФ-свете. Например, он мог на глаз настраивать УФ-спектрометры, что принесло ему широкую известность среди коллег. Этот рассказ навел Дедала на мысль, что сетчатка глаза способна воспринимать широкий спектр ИК- и УФ-излучений и мешает ей только непрозрачность для этого излучения остальной части глаза. В этой связи Дедал вспоминает слуховую иллюзию «искусственного баса». Дешевые проигрыватели с маленькими динамиками не могут воспроизводить низкие частоты, поэтому их изготовители намеренно вводят в усилитель интермодуляционные искажения. Человеческое ухо в силу нелинейности своего восприятия слышит бинаурально между высшими гармониками как «искусственный бас», который на самом деле не воспроизводится громкоговорителем. Соответственно Дедал предлагает сделать аналогичный фокус с глазом. Современная лазерная техника вполне позволяет получить луч света, цвет которого периодически меняется, скажем, от желтого до оранжевого с частотой, соответствующей частоте света в ИК-диапазоне, — другими словами, промодулировать видимый свет сигналом с частотой ИК-диапазона. Такой луч беспрепятственно дойдет до сетчатки; обладая нелинейной чувствительностью, сетчатка продетектирует его и выделит ИК-сигнал. Таким образом будет получен совершенно новый цвет — пределы чувственных восприятий человека будут значительно расширены.

Дедал не в состоянии вообразить (да и разве это можно выразить словами!), как будет выглядеть инфракрасный цвет. Нет со-

мнения, однако, что самые привычные объекты предстанут перед нами в совершенно «новом свете». Живопись, реклама, декоративное искусство засверкают новыми, доселе неизвестными красками.

New Scientist, May 29, 1969

Комментарий Дедала

Эта заметка вызвала поток писем в журнал, в которых читатели высказывали свое мнение относительно того, могут ли дешевые проигрыватели создавать иллюзию «искусственного баса» и если могут, то делается ли это за счет интермодуляционных искажений или за счет генерации новых гармоник; намеренно ли создаются искажения в усилителе или изготовители просто умело пользуются недостатками дешевой аппаратуры и т.п. Задним числом я сообразил, что лазерный луч следовало бы модулировать не по частоте, а по амплитуде: для детектирования АМ-сигнала от детектора требуется лишь амплитудная нелинейность, в то время как для детектирования ЧМ-сигнала детектор должен иметь характеристику, нелинейную как по амплитуде, так и по частоте. Однако ухо человека с успехом детектирует также и частотно-модулированные звуковые колебания: ухо, как и глаз, обладает нелинейностью обоих типов. На самом деле, все органы чувств имеют логарифмическую характеристику чувствительности, что позволяет им работать в огромном диапазоне интенсивностей (законы Фехнера, Вебера).

История о человеке, который, потеряв хрусталик глаза, получил способность видеть УФ-свет, была позднее подтверждена в письме в журнал *Science* (204, 1979, p. 454). Его авторы Д. Давенпорт и Дж. Фоли из Калифорнийского университета в городе Санта-Барбара пишут: «Люди, которым грозит необходимость удаления хрусталика из-за катаракты, часто относятся к своему будущему с тревогой. Этим людям, и в особенности нашим коллегам по профессии, мы хотим сказать: «Не огорчай-

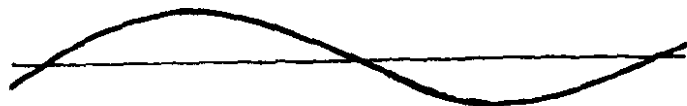
тесь! Ваши возможности познания мира так расширятся, что вы не можете этого даже представить».

Неожиданным благоприятным последствием операции по удалению хрусталика является также усиление яркости и чистоты наблюдаемых цветов. Особенно подчеркиваются синие тона; доходят до сетчатки и УФ-лучи. УФ-излучение сетчатка поглощает непосредственно (оно воспринимается как фиолетовый цвет), под его воздействием она также флуоресцирует в видимом спектре, создавая ощущение зеленовато-синего цвета. Используя очки или лупу, на сетчатке глаза, лишено хрусталика, можно получать резкие изображения предметов с различной степенью увеличения. Профессор Давенпорт (он познал все это на собственном опыте) был, вероятно, одним из немногих посетителей выставки сокровищ Тутанхамона, которым приходилось снимать контактные линзы, чтобы лучше разглядеть экспонаты.

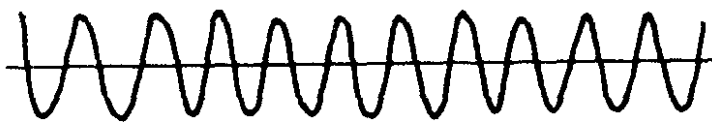
Позднее я коснулся этой проблемы еще раз, предложив способ наблюдать окружающий мир в инфракрасном свете без использования модулированного освещения. Преобразователи инфракрасного изображения в видимое недавно были с успехом использованы в астрономии (см. обзор Дж. Фалька в журнале *Laser Focus*, 15(10), 1979, p. 72), но по-видимому, они найдут и более впечатляющие применения.

Дедал размышляет над тем фактом, что удаление хрусталика нередко приводит к значительному улучшению цветового зрения по сравнению с нормальным и даже позволяет видеть УФ-свет. Это означает, что сетчатка глаза обладает чувствительностью в очень широком спектральном диапазоне, и только хрусталик не пропускает ИК- и УФ-излучения. В поисках способа сделать глаз прозрачным для ИК-излучения Дедал вспоминает о принципе лазерного гетеродинамирования, с успехом примененного недавно в астрономических исследованиях.

Инфракрасное излучение астрономического объекта проходит через кристалл ниобата лития или титаната серебра, который одновременно облучается лазером, работающим в види-

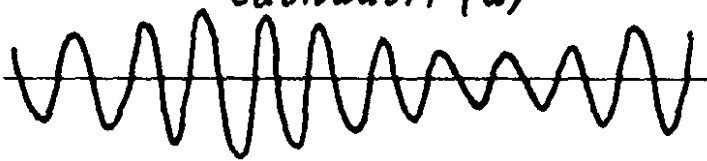


а. ИК-сигнал

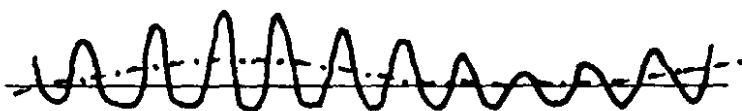


б. Видимый сигнал

После модуляции сигнала (б) сигналом (а)



На нелинейном детекторе выделяется сигнал



который содержит (как „среднюю линию“)



исходный ИК-сигнал

мом диапазоне. Названные кристаллы обладают нелинейными оптическими свойствами; поэтому в них происходит модуляция одного луча другим, и выходной сигнал представляет собой видимый свет, промодулированный частотой ИК-излучения от астрономического источника. Это позволяет использовать для ИК-излучения обычные методы регистрации, применяемые для видимого света, а также получать заметное усиление сигнала.

Воодушевленные такими результатами, спе-

циалисты фирмы КОШМАР пытаются создать специальные очки на основе кристаллов ниобата лития. Чтобы излучение лазера не попадало в глаз, потребуются тщательная фильтрация его и строгое согласование фаз излучения. Однако эти сложности вполне оправданы: в результате ИК-излучение, модулирующее несущий сигнал видимого диапазона, сможет пройти через глаз и достигнуть сетчатки. Там сигнал будет продетектирован благодаря общей нелинейности характеристики зрительной чувствительности, и инфракрасное излучение станет видимым: самые обычные объекты предстанут в совершенно новых, немыслимых красках. Де-

ло в том, что немногие химические соединения имеют видимую окраску; однако почти все вещества обладают специфическими спектральными характеристиками в ИК-диапазоне. Поэтому обладатель новых «инфраочков» получит способность различать химический состав по тонким оттенкам «инфрацвета». Соль, сахар, мел, мука будут иметь отчетливо различимую окраску; крепость джина и водки можно будет определить на глаз, так что разбавлять или подделывать продукты станет просто невозможно.

New Scientist, April 9, 1981

Вибротрамвай

Большинство транспортных средств нуждаются в амортизирующих подвесках, обеспечивающих плавность движения. Исключение составляют аппараты на воздушной подушке (АВП), но за мягкость хода им приходится расплачиваться необходимостью непрерывно перекачивать огромный объем воздуха. Поэтому Дедал пытается сконструировать новый вид транспорта, занимающий промежуточное положение между колесным транспортом и АВП. Машина Дедала (прототипом которой послужил вибротранспортер) имеет вместо колес особые полозья, или «башмаки», установленные по всей длине аппарата и совершающие быстрые вертикальные колебания, так что транспортное средство перемещается вперед как бы быстрыми короткими прыжками. Если башмаки будут достаточно упругими (например, сделанными из той замечательной резины, которая используется для изготовления детских мячиков), то потери энергии окажутся небольшими и мощность, затрачиваемая на передвижение, будет невелика.

Скорости нового транспорта, который можно рассматривать как логическое развитие принципа детской «палки-скакалки», не будут ограничены разрывающими шны центробежными силами; поступательное движение его обеспечивается за счет горизонтального пере-

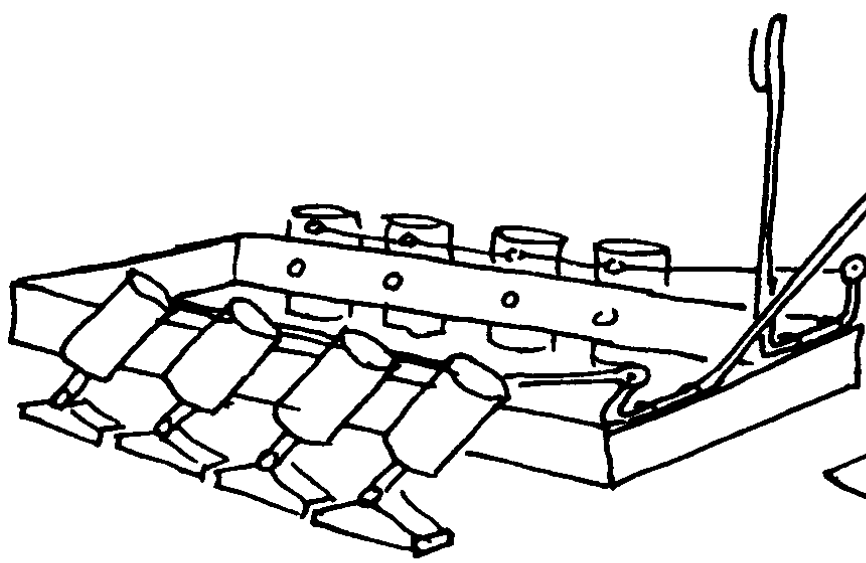
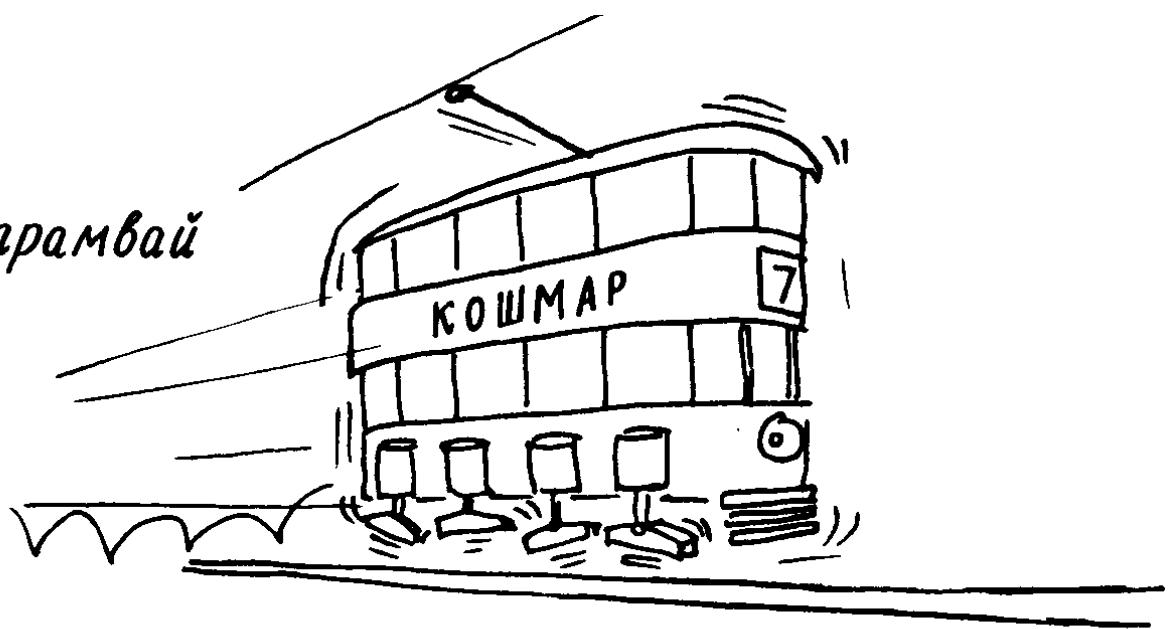
мещения полозьев в момент их касания поверхности дороги. Аналогичный принцип можно применить и для изменения направления движения, хотя наиболее эффективным будет, видимо, рельсовый вариант. Для торможения достаточно просто выключить вибраторы. Нагрузка на поверхность дороги не превысит обычную. Если выбрать частоту вибраций порядка нескольких сотен герц, то при каждом прыжке транспорт сможет преодолевать расстояние всего в несколько сантиметров; вначале Дедал рассчитывал, что такая частота вибраций окажется незаметной для пассажиров. Затем, однако, он сообразил, что из-за постоянной вибрации пассажиры не смогут удерживаться на сиденьях или стоять на полу — им придется беспомощно скользить, как на льду. Поэтому кузов вибровоза придется устанавливать на специальных амортизаторах, гасящих вибрации.

New Scientist, November 10, 1966

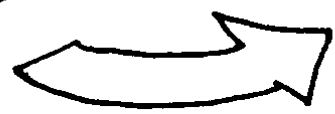
Из записной книжки Дедала

Допустим, что в опытном образце нашего транспортного средства вибрации будут осуществляться с частотой 50 Гц — обычной частотой промышленного переменного тока. (Быть может, эта частота несколько маловата, но зато

Вибротрамвай



Управление скоростью и поворотами осуществляется путем изменения угла наклона вибраторов при помощи двух рукояток



Вибратор

Обмотка электромагнита переменного тока

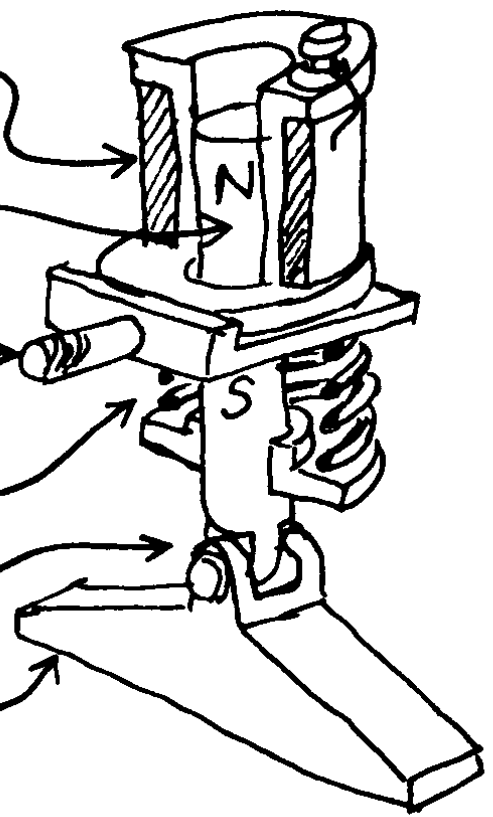
Постоянный магнит

Ось крепления вибратора к шасси

Пружина (с резонансной частотой 50 Гц)

Шарнир

Башмак



она позволит нам использовать для испытаний какой-нибудь спускаемый трамвай). Тогда при каждом прыжке движения вверх и вниз займут по 0,01 с. За 0,01 с падающий предмет проходит путь

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0,01^2 = 5 \times 10^{-4} \text{ м} = 0,5 \text{ мм.}$$

Это означает, что амплитуда колебаний вибраторов может быть совсем небольшой. Однако при такой амплитуде башмаки не смогут преодолевать неровности пути, превышающие 0,5 мм, поэтому для подобного транспорта больше всего подходит рельсовая колея. При каждом толчке вибраторы должны сообщать транспортному средству вертикальную скорость, равную

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 5 \times 10^{-4}} = 0,1 \text{ м/с.}$$

Если наш аппарат имеет массу 1 т (10^3 кг) и совершает 50 прыжков в секунду, то расход мощности составит

$$P = 0,5mv^2f = 0,5 \times 10^3 \times 0,1^2 \times 50 = 250 \text{ Вт.}$$

Это небольшая мощность, особенно если

учесть, что значительная часть энергии будет экономиться благодаря упругой подвеске. Очевидно, что затраты энергии на удержание такого транспортного средства во «взвешенном» состоянии ничтожны по сравнению с затратами на его поступательное движение, причем их можно еще снизить, увеличив частоту вибраций.

Скорость. Для движения со скоростью 47 км/ч (13 м/с) при 50 прыжках в секунду за каждый прыжок необходимо покрывать расстояние в $13/50 = 0,26 \text{ м} = 26 \text{ см}$. Считая, что вибраторы находятся в контакте с поверхностью в течение 10% продолжительности прыжка, находим, что горизонтальное перемещение вибратора должно составлять 2,6 см. Быть может, следует применить два типа вибраторов: вибраторы с малой амплитудой будут удерживать аппарат во «взвешенном» состоянии, а вибраторы с большой амплитудой — приводить его в движение. Можно также применить вибраторы одного типа, предусмотрев возможность изменения их угла наклона.

Млеко забвения

Дедал размышляет над тем удивительным фактом, что память человека хранит все события его жизни. Гипнотизер может вызвать воспоминания о давно забытых детских переживаниях. Это значит, что мозг, подобно отъявленному бюрократу, собирает в своем «архиве» абсолютно все — просто на всякий случай. Проводя аналогию с ЭВМ, можно заключить, что незанятый объем памяти постоянно уменьшается. С возрастом информация начинает откладываться там, где должна производиться ее обработка, поэтому сила воображения и способность мыслить постепенно ослабевают. Когда же память заполняется до предела, считает Дедал, человек умирает. Старики, которые помнят события далекого прошлого, но забывают, что было вчера, явно пытаются отдалить свой конец, отказываясь запоминать новую информацию.

Дедал вспоминает, что основу механизма памяти, как и всех прочих функций человеческого мозга, составляют так называемые синапсы — области контактов нейронов друг с другом и с клетками исполнительных органов. Сигнал, передаваемый от клетки к клетке, имеет химическую природу. По команде нейрона соответствующее нервное окончание выделяет особое химическое вещество-передатчик, которое вызывает генерацию нервного импульса в другой клетке. Новые нервные импульсы, распространяясь по нервным волокнам, вызывают в свою очередь возбуждение все новых нервных клеток. Механизм действия транквилизаторов обычно состоит в том, что молекулы этих веществ блокируют действие веществ-передатчиков; некоторые такие лекарства оказывают нежелательное побочное действие на память. Предлагаемое Дедалом средство против старческого

маразма — «млеко забвения» — содержит молекулы, которые по своему действию напоминают молекулы транквилизаторов, но обладают гораздо более высокой активностью и не просто временно блокируют специфические рецепторные участки, а полностью выводят из строя рецепторы, чувствительные к определенному веществу-передатчику. Это вызывает полное стирание отдельных участков памяти, и заблокированный синапс может действовать снова, используя новое вещество-передатчик. (В мозге имеется много различных веществ-передатчиков, и каждый синапс, по-видимому, может использовать любое из них.) Жизненно важная информация многократно дублируется и в различных видах хранится в разных отделах мозга. Поэтому «млеко забвения» не уничтожит основных знаний, приобретенных человеком, хотя и будет производить сразу после приема ошеломляющее действие. Забудется только всевозможная чепуха, бесполезно загружающая нашу память. Так что человек до самого последнего мгновения своей жизни будет, как говорится, оставаться в здравом уме и полной памяти.

New Scientist, May 10, 1979

Из записной книжки Дедала

Предположим, что мозг, как большинство ЭВМ, запоминает как программы, так и информацию в одном и том же виде и в одном и том же блоке. В таком случае чем больший объем занимает информация, тем меньше места остается для программирования и обработки. Очевидно, что рано или поздно наступает момент, когда мозг перестает справляться с накопленной информацией.

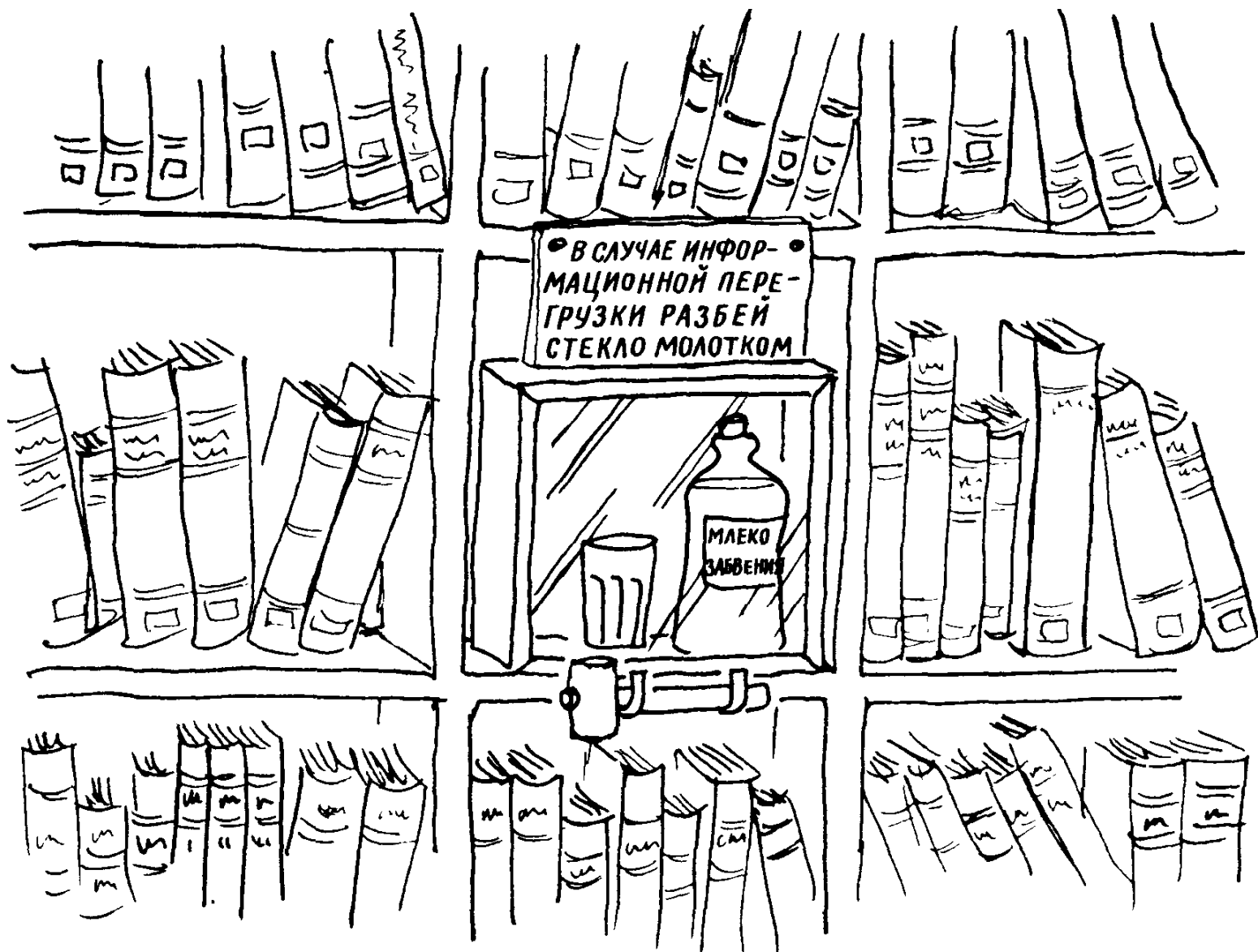
Следствия из теории Дедала

а. Избыток новых впечатлений в старческом возрасте может быть губительным. Старики нередко умирают, когда в их жизни происходит крутой перелом: смерть супруга, выход на пенсию, помещение в дом престарелых и т. п. Быть может, забывчивость и старческое слабоумие играют в таких случаях роль защитных факторов.

б. Согласно одной любопытной гипотезе, во сне происходит кодирование и упорядочение полученной за день информации таким образом, чтобы она занимала возможно меньший объем памяти. Люди, лишенные сна, становятся раздражительными и рассеянными — нельзя ли здесь провести аналогию со старческим маразмом? Интересно, что скажут по этому поводу психологи.

в. Весь лечебный эффект терапии электрошоком (ТЭШ) может заключаться в том, что эта процедура приводит к потере памяти. Удар электрического тока «отбивает» целые участки памяти и освобождает место для обработки информации. Известно, что важная информация продублирована в различных участках мозга (достаточно вспомнить опыты, в которых крысы, обученные ориентироваться в лабиринте, не теряли этой способности, когда у них удаляли тот или иной отдельный участок мозга). А всякий вздор, вроде меню прошлогодних завтраков, хранится, по-видимому, в каком-то одном месте. Поэтому электрошок освобождает память в основном от ненужных мелочей, хотя иногда он приводит к поражению одновременно всех участков мозга, содержащих какую-то важную информацию; в таком случае у пациента наблюдаются провалы в памяти.

Можно ли придумать лучшее средство для «очистки» памяти, чем электрошок? По всей видимости, нейрофизиологи считают, что память кодируется в синапсах, где аксон передающей клетки прилегает к телу приемного нейрона. Информация кодируется как вероятность того, что импульс от передающей клетки приведет в конечном счете к возбуждению приемной клетки. Синапс можно привести в состояние готовности к повторной записи информации, если заблокировать действие конкретного вещества-передатчика, используемого в данном синапсе для передачи возбуждения, — тогда синапс воспользуется другим веществом-передатчиком. Больше всего для такого блокирования подошла бы молекула, подобная молекуле-передатчику, которая способна занимать соответствующие рецепторы и блокировать их. Так мы могли бы избирательно выводить из строя определенное вещество-передатчик, а не весь мозг, как при электрошоке.



Случайная мысль. Считается, что действие транквилизаторов основано на блокировании действия определенных веществ-передатчиков. Поскольку транквилизаторы подавляют эмоции, не нарушая при этом процессов восприятия или мышления, можно предположить, что мозг кодирует различные категории информации (заботы, факты, убеждения

и т. п.) с помощью различных веществ-передатчиков. Если это действительно так и если за хранение тривиальной информации несет ответственность какое-то одно вещество, можно было бы совершенно избирательно стирать малоценную информацию, блокируя действие именно этого вещества-передатчика. Мысль, конечно, чересчур смелая, но замечательная!

Поверхностные свойства мусора

Недавние советские эксперименты по сварке металлов в открытом космосе, навели Дедала на интересную мысль. В условиях земной атмосферы любые поверхности твердых тел покрыты адсорбционным слоем слабосвязанных

молекул воды и различных газов. В космическом же вакууме эти молекулы испаряются и абсолютно чистые поверхности могут быть приведены в плотный контакт друг с другом на молекулярном уровне. Поскольку силы

притяжения, действующие между молекулами твердых тел, очень велики (именно поэтому эти тела «твердые»), достаточно плотно сжать чистые поверхности, чтобы они намертво «прикреплялись». В первых космических аппаратах нередко случались отказы реле, подшипников и других элементов из-за самопроизвольного «сваривания» подвижных частей. Как-то раз Дедал наблюдал за работой мусорной машины, прессующей мусор в кузове, и понял, что мусор не соединяется в монолитную массу только потому, что поверхности отдельных предметов загрязнены. Вначале Дедал носился с идеей орбитального мусорного пресса, но затем поставил перед специалистами по композитным материалам фирмы КОШМАР задачу по созданию аппарата для вакуумной обработки мусора. Процесс этот чрезвычайно прост. Мусор поступает в зону высокого вакуума, где из него удаляются все газы и жидкости, так что каждый предмет становится абсолютно сухим и чистым. После этого весь мусор — битое стекло, обезвоженные окурки, сухие картофельные очистки и прочая дрянь — прессуется в вакууме под давлением, обеспечивающим пластичное течение и сваривание всей массы. Сломанный будильник сварится с перегоревшей лампочкой, диванная подушка соединится с консервной банкой, и в конечном счете получится прочная плита, о скромном происхождении которой можно будет лишь догадываться по сюрреалистическому узору на ее поверхности.

«Хламплиты» фирмы КОШМАР, несомненно, быстро завоюют популярность. Благодаря своей спайной микроструктуре они будут обладать огромной прочностью и упругостью, а их дешевизна и богато орнаментированная поверхность обеспечат им широкий сбыт. Отслужив же свое, такая плита вновь отправится на переработку.

New Scientist, November 20, 1969

Комментарий Дедала

В номере от 12 июля 1973 г. *New Scientist* сообщил, что сотрудники лаборатории фирмы «Уоррей спринг» разработали метод переработки металлического и пластмассового утиля в

прочный, легкий и водостойкий материал, напоминающий древесностружечную плиту. Этот материал, прототипом которого несомненно послужила «хламплита» фирмы КОШМАР, предназначен для изготовления тары, кровельных работ и т. д. Желаю новому материалу успеха!

Большинство металлов активно реагируют с кислородом даже при комнатной температуре. Обычно мы не замечаем этого, поскольку металлическая поверхность быстро покрывается тонкой оксидной пленкой, препятствующей дальнейшему окислению. Этот процесс, по сути, является поверхностным горением, которое сопровождается выделением определенного количества тепла. Но в тонко измельченном порошке практически весь металл находится на поверхности. На воздухе он мгновенно окисляется и полностью сгорает. Такие самовоспламеняющиеся металлические порошки (пирофоры, как называют их химики) должны храниться под слоем жидкости или в атмосфере инертного газа. Горение — настолько универсальная и обычная реакция, что Дедал вначале решил, будто любое вещество станет пирофором, если его достаточно тонко измельчить, но затем вспомнил, что, хотя уголь и бензин окисляются до углекислого газа, тонко измельченный уголь способен самовоспламеняться (что иногда представляет реальную опасность), а мелко распыленный бензин — нет. По мнению Дедала, молекулы кислорода не успевают «зацепиться» за молекулы жидкости, находящиеся в постоянном движении; твердая же поверхность изобилует адсорбционными центрами. Поэтому все горючие твердые вещества должны давать пирофорные порошки.

Это подсказывает изящное решение сразу двух проблем: уничтожения отходов и экономии энергии. Почти весь мусор — обломки пластмассы, картофельные очистки, спитой чай, пивные жестянки, металлолом, пожалуй, кроме стекла и фарфора, — горит. Трудно только сжигать его с пользой. Поэтому вместо того, чтобы нагревать мусор в печах, специалисты фирмы КОШМАР замораживают его в жидком азоте и размалывают в тончайший пирофорный порошок. Этот порошок станет

замечательным новым источником энергии. Его можно хранить в азоте и перекачивать по трубам в струе этого газа. А смешиваясь в топке с воздухом, порошок будет самовоспламеняться и гореть. Мешочки с таким порошком заменят спички и зажигалки. Дедал также намеревается выпустить сигареты, которые прикуриваются сами, когда с их кончика снимают воздухонепроницаемую обертку (его прежнее изобретение — сигареты, которыми нужно было чиркать о коробку, — так и не завоевали популярности). Можно также создать самоподогревающиеся консервы, туристские грелки, фальшфейеры и т. п. Очевидно, нетрудно создать и двигатель внутреннего сгорания, в котором пирофорный порошок непосред-

ственно впрыскивается в цилиндры. Такой двигатель не нуждается в системе зажигания, хотя существует проблема абразивного износа цилиндров и возникают сложности с удалением твердых продуктов сгорания. Дедал надеется, однако, что зола окажется еще мельче, чем топливо, и будет лишь полировать внутреннюю поверхность цилиндра*.

New Scientist, January 23, 1975

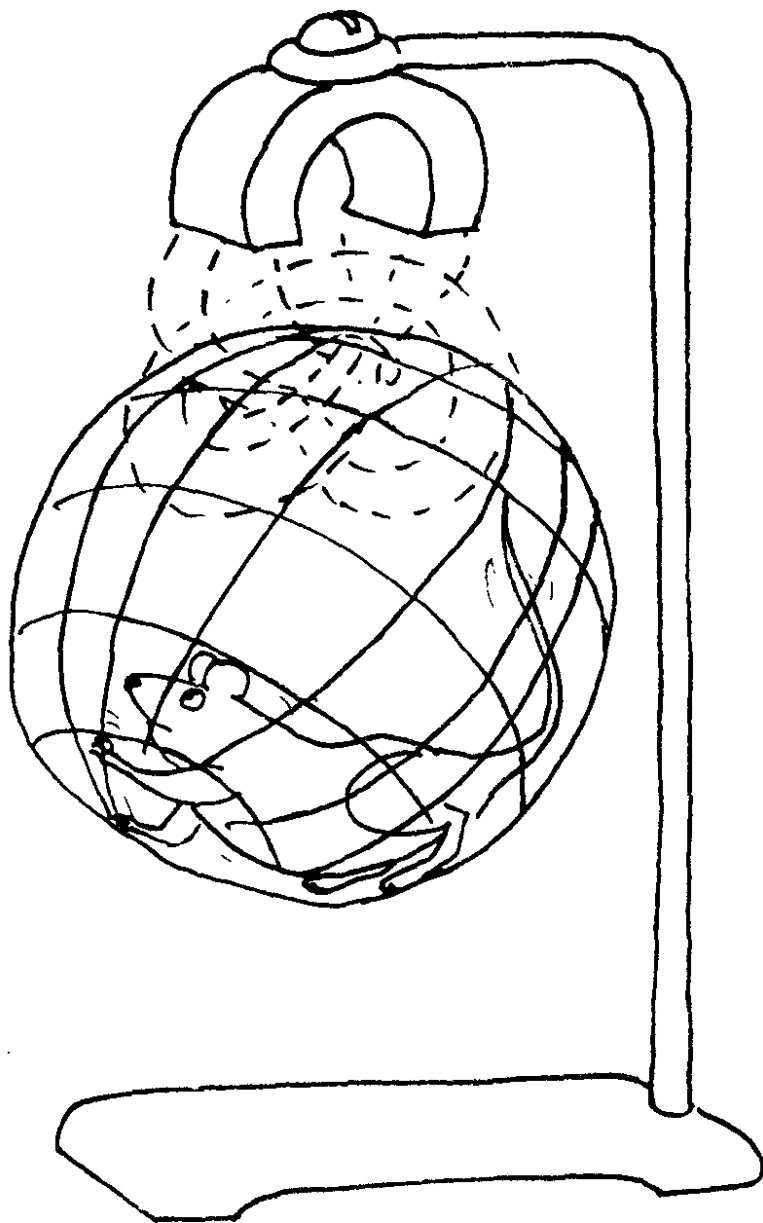
* Промышленная переработка мусора в наши дни получила широкое распространение. В Москве, например, ежегодно перерабатывается больше миллиона тонн мусора (см. «Известия», № 129, 8 мая 1984 г.). — *Прим. ред.*



Прочная и плотная плита, скромное происхождение которой выдает лишь восхитительная фактура поверхности.

«Силловые линии», придуманные Фарадеем, относятся к изящнейшим изобретениям человеческого ума. Эти элегантные абстракции идут от одного полюса магнита к другому, не обрываясь и не пересекаясь друг с другом, и ведут себя как взаимно отталкивающиеся упругие нити. Они позволяют получить полное качественное представление о свойствах магнитного поля, не прибегая к математическим выкладкам; Дедала же они наводят на мысль о возможном существовании магнитных полей совершенно необычной конфигурации. Дедал предлагает поставить опыт, основанный на известном фокусе — завязать узел на шнурке, не выпуская его концов из рук (иужно скрестить руки на груди, взять концы шнурка и развести руки в стороны). Дедал намерен намотать обмотку на стержень из гибкой магнитной резины и завязать ее узлом. Пропустив через катушку электрический ток, мы получим завязанный узлом соленоид. Если теперь расправить узел на магните, то узлом завяжутся магнитные силовые линии. (Возможно, обмотку придется заключить в сверхпроводящий экран, чтобы магнитные силовые линии не могли пройти сквозь материал магнита, но это усложнение не меняет существа дела.)

Завязанный узлом магнитное поле представляет собой любопытную топологическую задачу. Основное свойство такого поля состоит в том, что магнитные силовые линии стремятся сократиться и затянуть узел туже. Но чем теснее они сближаются в узле, тем выше напряженность поля; в результате получается область «замкнутого» магнитного поля большой напряженности. Тем самым будет опровергнута теорема Эришоу, согласно которой магнитное поле должно быть сильнее всего у полюсов создающего его магнита. Это даст возможность создать, наконец, весьма совершенные магнитные подвески: например, железный шарик, попавший в такое магнитное поле, не устремится к одному из полюсов магнита, а направится к узлу, где напряженность поля максимальна, и останется там. Этот принцип будет незаменим при создании точных приборов, кресел-качалок, автомобильных рессор и транспортных средств на магнит-

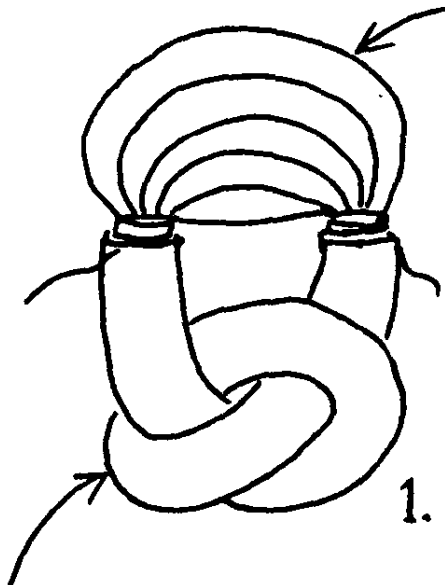


«Узловая» магнитная подвеска фирмы КОШМАР найдет много применений в быту, например при сушке свежесвыкрашенных металлических предметов.

ной подвеске. Кроме того, магнитные узлы будут сложным образом взаимодействовать с токонесущими проводниками, что позволит сконструировать электродвигатели, роторы которых движутся по замысловатым криволинейным траекториям. Наоборот, в плоском проводнике, пересекающем завязанные узлом силовые линии, должен наводиться завязанный узлом электрический ток. Правда, Дедал еще не придумал, как его можно использовать.

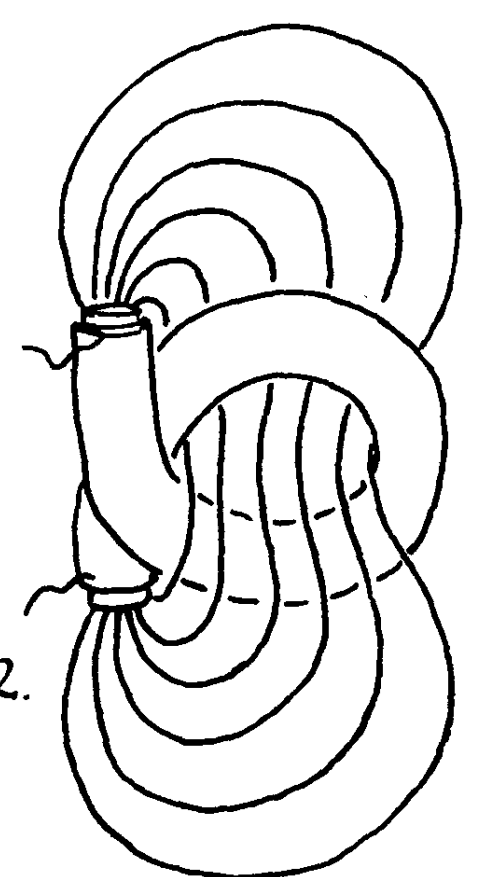
Еще интереснее проблема взаимодействия нескольких узлов магнитного поля. В области, где силовые линии близко подходят друг к другу, узел должен вести себя как неболь-

Магнитные силовые линии

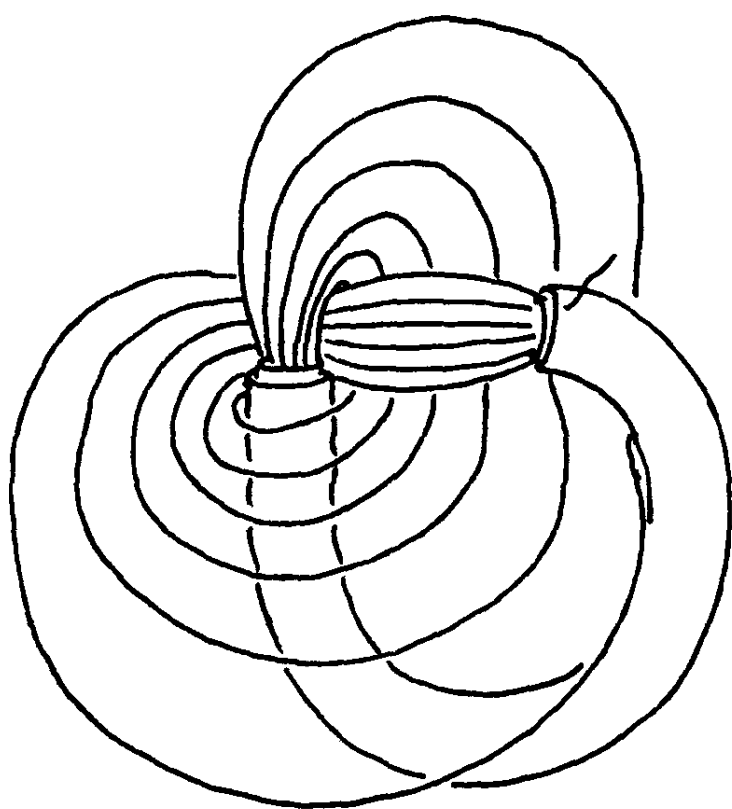
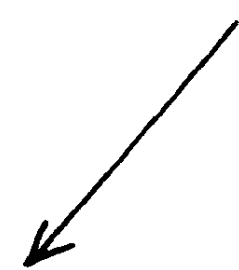


1.

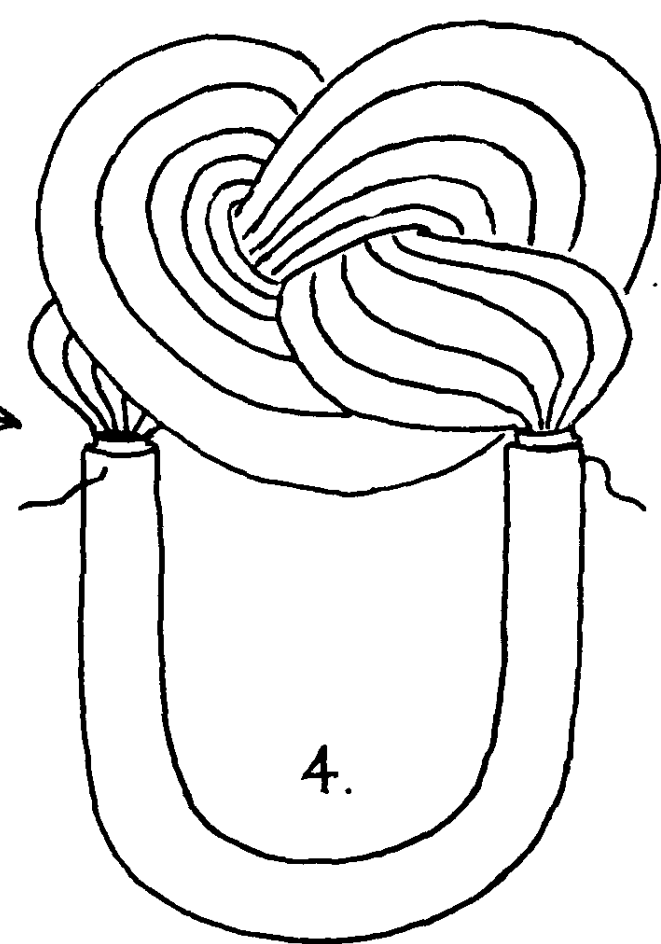
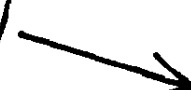
Завязанный узлом соленоид в сверхпроводящей оболочке



2.



3.



4.

Четыре стадии получения магнитного поля, завязанного узлом

шой отрезок тонконесущего проводника, т. е. как электрический диполь. Поэтому узлы должны притягиваться друг к другу подобно диполям. Этот эффект будет компенсироваться отталкиванием магнитных силовых линий вне узлов, однако есть шанс, что из отдельных узлов все же удастся получить нечто вроде «магнитного трикотажа».

Более всего, однако, Дедала занимает воп-

рос, что произойдет с магнитным узлом при выключении тока. Обычные силовые линии при этом стягиваются в точку и исчезают. Дедал не уверен, что с узлом произойдет то же самое. Вероятнее всего, узел стянется в единичный квант энергии электромагнитного поля. Не получится ли при этом кварк?

New Scientist, October 5, 1967

До чего может довести жжение в желудке

Дедал размышляет над тем странным фактом, что коровы, как и многие другие травоядные, вырабатывают в пищеварительном тракте значительное количество метана. Сколько же метана должны были производить травоядные динозавры? Дедал выдвигает гипотезу, что гибель динозавров произошла в тот период, когда содержание кислорода в воздухе достигло того уровня, при котором он, соединяясь с метаном в желудке динозавров, образовывал взрывоопасную смесь. Так что жизнь динозавров оканчивалась не тихим последним вздохом, а оглушительным взрывом. Но если эволюция толкает по тому же пути безобидных коров, то в этом должен быть какой-то скрытый смысл. Поэтому Дедал пытается ускорить эволюционный процесс. Он отбирает самых продуктивных телят и держит их на диете, богатой клетчаткой (например, на старых газетах). В поисках естественного способа зажигания Дедал вспоминает о блуждающих огоньках на болотах. Считают, что эти огоньки возникают в результате биологического разложения богатых фосфором органических остатков, при котором выделяется самовоспламеняющийся газ. Соответственно Дедал включает в рацион коров богатую фосфором рыбную муку.

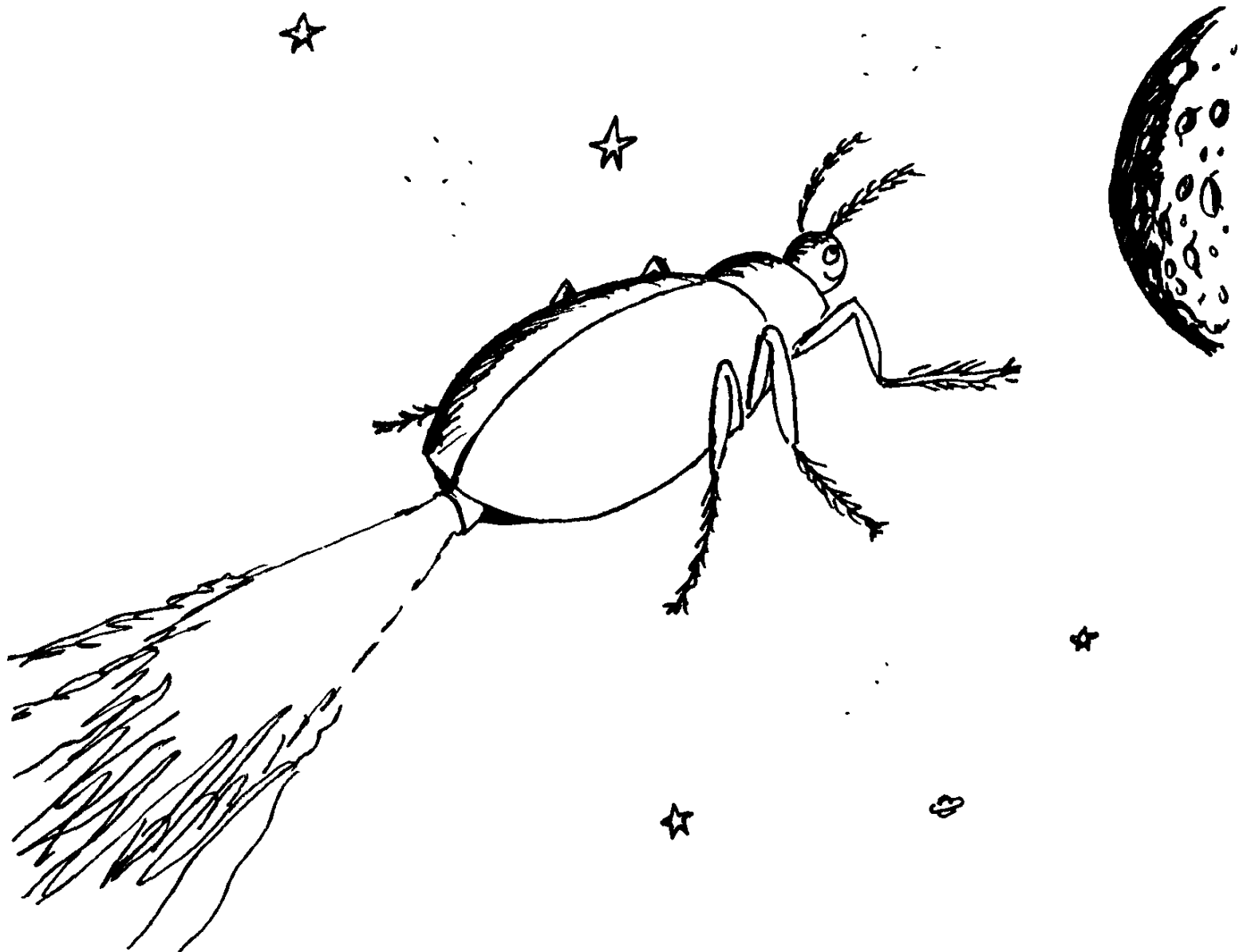
Ближайшей целью проводимой Дедалом селекционной работы является выведение породы коров, способных издавать взрывоподобные звуки из глотки, похожие на те, что производят ацетиленовые хлопушки для отпугивания птиц. Оглушительное мычание позволит животным, далеко отбившимся от стада, не терять с ним связи, а также послужит защитой от хищных

животных. Если к тому же при взрыве из глотки будет со смертоносной силой вылетать жвачка, то коровы Дедала станут первыми животными, обладающими «огнестрельным» защитным механизмом. Такие суперкоровы смогут осваивать самые дикие джунгли, открывая новые перспективы для развития животноводства. Правда, особо агрессивные животные будут представлять немалую опасность для ковбоев. Дальнейшая эволюция, возможно, приведет к появлению сверхскоростных реактивных коров, хотя Дедал не уверен, что коровы способны приспособиться к движению задом наперед. В конце концов, должен же появиться огнедышащий дракон — подлинный Змей Горыныч.

New Scientist, May 13, 1972

Комментарий Дедала

Известные случаи с факирами-огнеглотателями подтверждают, что взрыв газа в небольшом объеме (во рту или в желудке) не приводит к серьезным травмам. Однако мое замечание о «реактивных коровах» было неполным. Дело в том, что метан выделяется у коров наружу не только при отрыжке. Стивен Пайл в своей «Книге героических провалов» (*The Book of Heroic Failures*, Routledge and Kegan Paul, 1979) приводит газетную заметку, датированную августом 1977 г., в которой рассказывается о голландском ветеринаре: «Чтобы исследовать газы, он вставил газоотводную трубку с того конца коровы, где она не мычит, и чиркнул



спичкой. Струя пламени попала вначале на оханку сена, затем огонь перекинулся на всю ферму, причинив убытки на 45 тыс. фунт. стерлингов. Корова же отделалась легким испугом.

Из миллиона известных науке животных более 250 тыс. приходится на жуков. Должно быть, у Природы с жуками связаны какие-то свои честолюбивые эволюционные планы. Дедал стал внимательно присматриваться к сонмищу жуков и был заинтригован защитными артиллерийскими способностями жука-бомбардира (*Brachynus explodens*). Этот жук вырабатывает крепкий раствор перекиси водорода, а в отдельной полости накапливает фермент каталазу, который является катализатором разложения перекиси

водорода на водяной пар и кислород. В случае опасности жук смешивает эти два вещества в «камере сгорания» и с громким хлопком выстреливает кипящую жидкость в своего обидчика. Хотя отдача при этом невелика, Дедал не может отделаться от мысли, что жуку-бомбардиру было предназначено создать в ходе эволюции автономный реактивный двигатель. Немаловажен тот факт, что жук использует перекись водорода — топливо многих современных ракет. Если бы жуку просто потребовалось найти способ быстро уходить от преследования, то гораздо более экономичным было бы «создание» воздушно-реактивного двигателя. Перекись же водорода нужна только для полетов в безвоздушном пространстве. Многие жуки могут длительное время существовать при низких давлениях

и в отсутствие кислорода, они также не боятся значительных перепадов температуры. К тому же для маленького легкого жука вход в плотные слои атмосферы гораздо менее опасен, чем для многотонного космического корабля. В связи с этим Дедал начал проводить в жизнь новую «космическую программу», основой которой является селекционный отбор жуков-бомбардиров для ускорения их естественной эволюции. Тщательный выбор наиболее яростных «артиллеристов» в каждом поколении позволит вскоре вывести жуков, развивающих значительную реактивную тягу. Дедал также пытается развить в жуках паразитическую склонность селиться на птицах, которые таким образом будут служить как бы первой ступенью при взлете. Для связи с жуками и телеметрической передачи информации изучается феномен телепатического общения между общественными насекомыми, такими, как пчелы или муравьи.

New Scientist, August 5, 1971

Комментарий Дедала

В своем письме в наш журнал проф. Дж. Ф. Ал-

лен из университета в Сент-Эндрюс критиковал мою теорию космических жуков. Он утверждает, что даже органическая молекула должна разрушаться при входе в атмосферу, так что у жука нет никаких шансов. Однако проф. Фред Хойл и Ш. Викрамсинг считают (*New Scientist*, Sept. 28, 1978, p. 946), что по крайней мере вирусы могут выдерживать вход в атмосферу, и предполагают, что такие космические вирусы являются причиной земных эпидемий. Более того, они утверждают даже, что многие космические пылинки являются бактериальными «спорами», путешествующими от планеты к планете. Я думаю, что эволюция вполне могла бы выработать для космических жуков подходящую защиту: вход в атмосферу по скользящей траектории с периодами радиационного охлаждения, использование внешнего скелета в качестве теплозащитного экрана, попадание в атмосферу внутри метеоритов и т. д. И если жуки, как предполагает Дедал, являются первичной формой жизни, из которой развились все остальные живые существа, то вполне понятно, почему их так много!

Начальственная пирамида вверх ногами

Похоже, что энергетический кризис следует рассматривать как сигнал о необходимости перехода к стабильной экономике с нулевым приростом производства. До сих пор, несмотря на различные усовершенствования технологии, потребление энергии на протяжении уже более ста лет возрастает ежегодно на 4,5%. Эта цифра очень близка к приводимому Паркинсоном (см. с. 26) проценту ежегодного прироста бюрократического аппарата вне зависимости от объема выполняемой этим аппаратом работы (если таковая вообще выполняется). Дедал считает, что промышленное развитие также подчиняется закону Паркинсона и происходит лишь для удовлетворения абсурдных амбиций предпринимателей. Если, к примеру, на каждого руководящего администратора приходится по четыре подчиненных и каждый сотрудник раз

в пять лет, получая повышение, переходит на следующий, более высокий уровень служебной иерархии, то число сотрудников фирмы должно увеличиваться на 32% в год. Чтобы быть ближе к реальности, учтем распределение людей по способностям. Так, по Паркинсону, 20% людей выпивают 80% пива и 20% сотрудников делают 80% всей работы. Усерднее всего человек работает, если он имеет примерно 50%-ный шанс на повышение по службе; если же шанс больше или меньше, то его усердие падает. Тогда, если экономика движется вперед честолюбием 20% работников, расширение производства должно давать им половинный шанс на повышение в течение пяти лет. Иначе говоря, 5,4% сотрудников ежегодно получают повышение, что очень близко как к результатам Паркинсона, так и к росту пот-

ребления энергии, которое вполне может считаться надежным показателем экономического роста. Заметим, что население в промышленно развитых странах растет за последние столетия всего на 1% в год, поэтому 3,5% фирм должно ежегодно терпеть банкротство, чтобы обеспечить остальной приток новых сотрудников. Это тоже согласуется с действительностью.

Но тогда, по мнению Дедала, переход к стабильной экономике может быть произведен просто за счет изменения бюрократической структуры. Если на каждого начальника будет приходиться только по два подчиненных, то рост аппарата сократится до 2% в год. Если же на каждого начальника будет приходиться один подчиненный, так что на каждом уровне бюрократической иерархии будет одинаковое число сотрудников, то экономический рост прекратится. Каждый раунд повышений по службе поднимет всех на одну ступень вверх; администраторы самого верхнего уровня уйдут в отставку, а на самый нижний наберут новых работников. Все амбиции будут удовлетворены, а фирме не понадобится расширяться. Конечно, быть одним из нескольких сотен директоров компании не так лестно, как занимать этот пост в одиночку.

Но можно пойти еще дальше и вообще перевернуть начальственную пирамиду. На рабочего, стоящего у полностью автоматизированного станка, может приходиться четыре инженера, разрабатывающих программы управления, и шестнадцать чиновников в отделе сбыта готовой продукции. При такой «инверсной заселенности» продвижение по службе будет вызывать сокращение производства. Дедал приходит к выводу, что сторонники «экологической революции» абсолютно неправы. Остановить самоубийственный экономический рост может не возвращение к прежним методам производства, а наоборот, скорейшее развитие сверхсовременной автоматизации.

New Scientist, December 20, 1973

Из записной книжки Дедала

Рассмотрим иерархию, в которой на каждом уровне в t раз больше членов, чем на последующем. Возьмем, например, уровень l с N членами. Вышележащий уровень $l+1$ содержит N/t членов, а нижележащий уровень $l-1$ содержит $N \cdot t$ членов.

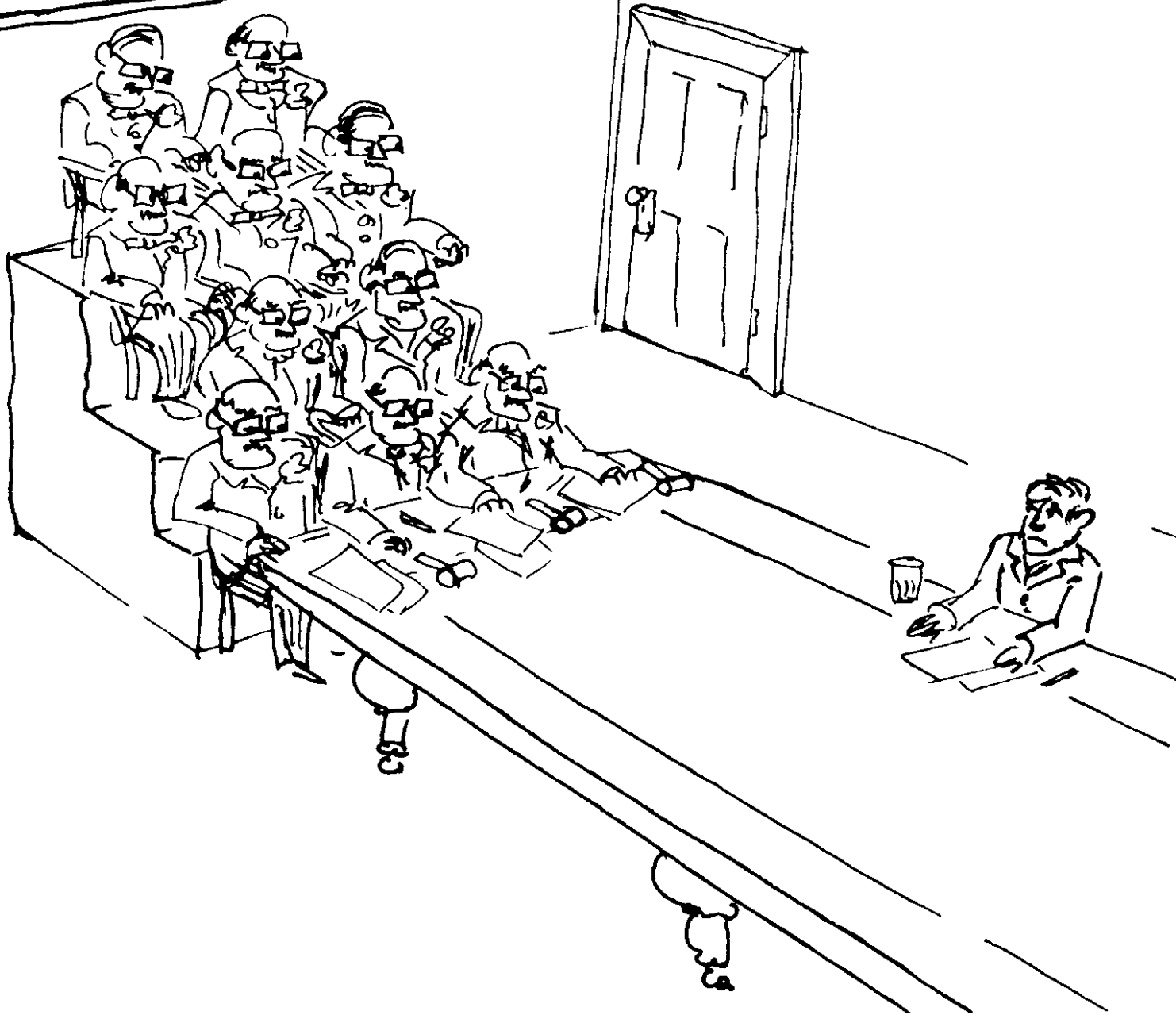
Пусть повышение получает доля p членов уровня. На уровне l остается $N(1-p)$ обойденных сотрудников, к которым присоединяются $N \cdot t \cdot p$ новичков с нижнего уровня. Число членов на этом уровне составляет теперь $N[t \cdot p + (1-p)]$, т. е. увеличивается в $F = [t \cdot p + (1-p)] / [t \cdot p + (1-p)] = p(t-1) + 1$ раз.

Если повышения происходят раз в пять лет, то коэффициент ежегодного роста равен $\sqrt[5]{F}$ или, в процентах, $I = 100[\sqrt[5]{F} - 1] \% = 100[\sqrt[5]{p(t-1) + 1} - 1] \%.$

Примеры. Если $t=4$, т. е. на каждого начальника приходится четыре подчиненных, и каждый обязательно получает повышение раз в пять лет ($p=1$), то $I=32\%$ в год. Если кандидатами на повышение являются только 20% активно работающих сотрудников, но за пять лет повышение получает лишь половина из них, то $p=0,1$ и $I=5,4\%$ в год, что хорошо согласуется с многолетними наблюдениями. Если же $t=2$, то при $p=0,1$ мы получим $I=2\%$ в год. При $t=1$ ежегодный прирост равен нулю. А в перевернутой пирамиде с $t=0,25$ $I=-1,5\%$; иначе говоря, производство сокращается на 1,5% в год. Дедал видит в этом подлинный путь к прогрессу.

Комментарий Дедала

Какое щемящее чувство вызывают сегодня эти рассуждения. Мы ухитрились дойти до экономического застоя старым испытанным способом — закрытием предприятий. Может быть, мои вычисления пригодятся японцам.



Недавно изобретенный Дедалом тепловой планер (см. с. 116) — летательный аппарат, использующий разность температур между верхними и нижними слоями атмосферы, — нетрудно преобразовать в более крупномасштабный проект. Значительная доля электрической энергии в современном обществе расходуется на кондиционирование воздуха. Поэтому большую ценность представляли бы способы непосредственного использования холода из верхних слоев атмосферы. Можно было бы, например, создать аэростат, поднимающийся вверх за счет подъемной силы газообразного аммиака и опускающийся на землю с грузом жидкого аммиака при -33°C . Более практичной, однако, была бы непрерывно действующая система. Поскольку температура воздуха падает с высотой на $6,5$ градусов на километр, аэростат с теплообменником, поднятый на высоту $1-2$ км и соединенный трубопроводами с поверхностью Земли, мог бы снабжать холодом дом или даже небольшой поселок*. Некоторые сложности возникнут только из-за ветра (потребуется дополнительные удерживающие растяжки); вряд ли удастся также создать такой аэростат действительно больших размеров.

Поэтому для широкомасштабного использования существующих в атмосфере температурных градиентов Дедал разрабатывает план извлечения энергии с заснеженных горных вершин. Многообещающей в этом отношении является гора Кения — пятитысячник в экваториальной Африке; температура на ее вершине опускается до -18°C . Здесь можно было бы установить большой теплообменник и по склону горы проложить к нему трубы. По одной трубе газ поступает в теплообменник, где сжижается при низкой температуре; образовавшаяся жидкость стекает по второй

трубе к подножию горы, где установлен второй теплообменник. Здесь газ, испаряясь, вращает турбогенератор; часть газа идет также в систему центрального охлаждения. Отработанный газ идет опять наверх и сжижается. Такая установка может снабжать холодом и энергией целый тропический город. У верхнего же теплообменника смогут обогреться дерзкие покорители горной вершины.

Подобрать подходящее рабочее тело такой системы непросто; прежде всего оно должно иметь низкую молекулярную массу, иначе давление высокого столба газа приведет к ее конденсации в нижней части. Подходящим кажется аммиак ($M = 17$), однако для того, чтобы он конденсировался при -18°C , давление должно составлять $2,2$ атм — в таком случае понадобятся толстостенные и тяжелые трубы. Больше всего подходит метиламин. На вершине Кении он сконденсируется при $0,6$ атм, что очень близко к атмосферному давлению на этой высоте. Кроме того, молекулярная масса метиламина близка к эффективной молекулярной массе воздуха (31 и 29 соответственно), так что изменение плотности метиламина с высотой точно следует изменению плотности атмосферы. Поэтому можно использовать легкие трубы. Экономически выгодными могут оказаться и менее крупномасштабные проекты — например, с вершины горы Бен-Невис снабжать энергией Форт-Уильям.

New Scientist, February 17, 1972

Из записной книжки Дедала

Чтобы изображенная на рисунке установка работала, конденсация должна происходить на вершине при $p_h T_h$, а кипение у подножия — при $p_0 T_0$. Температуры на вершине и у подножия определяются атмосферными условиями, и мы не можем их изменить, тогда как величины давления зависят от рабочего тела и конструкции установки. Чем тяжелее газ, тем выше давление у подножия, тем выше точка кипения — и тем хуже обстоят наши дела. В предельном случае пары едва конден-

* Главная сложность использования сравнительно небольшой разности температур заключается в обеспечении хорошего теплообмена. Очень много проектов посвящено использованию разности температур между глубинными и поверхностными водами океана ([22], с. 226--229). — Прим. ред.

сируются наверху и жидкость еле-еле закипает внизу. Тогда в любой точке столба давление пара равно давлению насыщающих паров жидкости при данной температуре. Какую молекулярную массу должно иметь вещество, чтобы это условие выполнялось? В приближении идеального газа плотность пара равна $\rho = pm/RT$, где p — давление, а m — молярная масса. Рассмотрим короткий участок трубы с перепадом высот δh , заполненный паром. Если давление в верхнем сечении равно p , то давление в нижнем сечении равно $p + \delta p$, где δp определяется из формулы гидростатического давления $\delta p = \rho g \delta h = (pm/RT) g \delta h$.

Итак, в предельном случае давление, создаваемое парами на любой высоте, равно давлению насыщающих паров (ДНП) жидкости на данной высоте. Поэтому, если в верхнем сечении ДНП жидкости при температуре T равно p , то в нижнем сечении, где температура равна $T + \delta T$, ДНП должно быть равно $p + \delta p$. Изменение ДНП жидкости с температурой хорошо описывается уравнением Клапейрона — Клаузиуса: $\delta p = \lambda p \delta T / (RT^2)$, где λ — скрытая теплота испарения. Приравнявая между собой

два выражения для δp , получим

$$\lambda p \delta T / (RT^2) = (pm/RT) g \delta h,$$

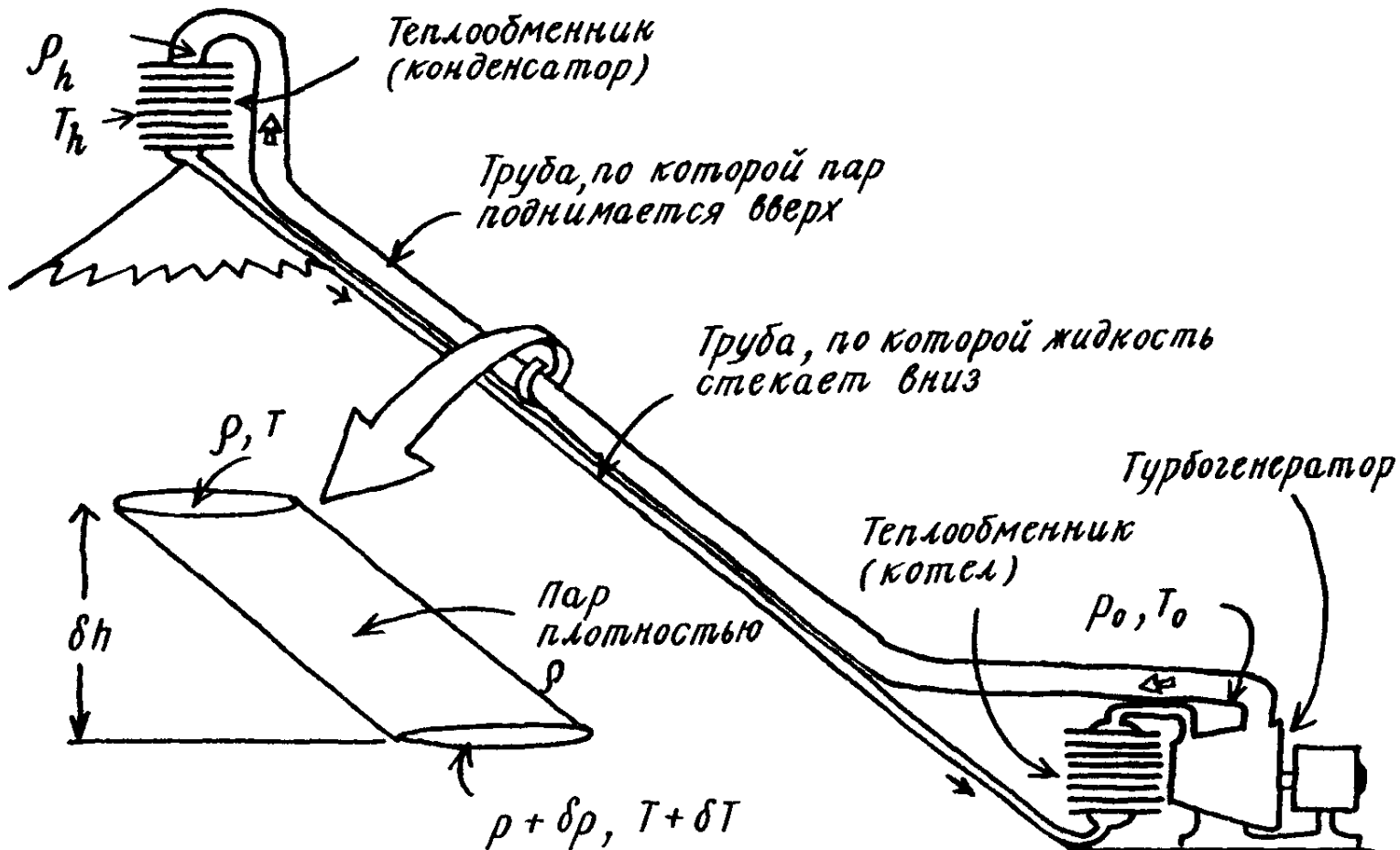
откуда

$$m = (\delta T / \delta h) \lambda (Tg) \text{ кг/моль.}$$

Большинство жидкостей подчиняется эмпирическому правилу Трутона, согласно которому λ/T равно приблизительно 92 Дж/(моль·К), где T — температура кипения (как всюду в нашей равновесной среде). Подставляя сюда температурный градиент стандартной модели атмосферы $\delta T / \delta h = 6,5 \times 10^{-3}$ К/м и $g = 9,81$ м/с², получим $m = 6,5 \times 10^{-3} \times 92 / 9,81 = 0,061$ кг/моль = 61 г/моль.

Таким образом, нам может подойти только жидкость с молекулярной массой меньше 61, если только какие-то факторы, не учтенные в этих вычислениях, не будут играть нам на руку.

Попробуем проверить наши выводы для некоторых рабочих тел. Во-первых, «масштаб высоты» (соответствующий изменению давления в e раз) для идеального газа, если считать температуру постоянной, определяется соотно-



шением $H = RT/gm$. Тогда

а. Аммиак ($M = 17$, $m = 0,017$, $H = 13\,600$ м). На вершине горы Кения при -18°C аммиак конденсируется при давлении 2,2 атм; тогда у подножия горы, т. е. на 5000 м ниже, его давление $p = 2,2 \exp(5000/13\,600) = 3,2$ атм. При таком давлении аммиак кипит при температуре -7°C . Следовательно, стекающий вниз жидкий аммиак будет кипеть в условиях тропической жары. Но, к сожалению, для этого требуется слишком высокое давление.

б. Метиламин ($M = 31$, $m = 0,031$ и $H =$

$= 7500$ м). На вершине горы Кения при -18°C метиламин конденсируется при давлении 0,6 атм, а у подножия горы, т. е. на 5000 м ниже, давление в трубе составит $p = 0,6 \exp(5000/7500) = 1,2$ атм; при этом давлении метиламин кипит при температуре -5°C . Далее, поскольку давление воздуха на вершине горы равно 0,54 атм, а у подножия — 1 атм, давление внутри трубы на всем ее протяжении будет близко к наружному; поэтому трубопровод получится достаточно изящным и легким. По-видимому, метиламин вполне подходит для нашей цели.

Муравьи и алгоритмы

Традиционные методы расчета инженерных сооружений — сначала вычисляются максимальные нагрузки, которые будет испытывать конструкция, а затем вводится дополнительный запас прочности — оказываются слишком трудоемкими и дорогостоящими. Дедал пытается найти способ устранить любой элемент случайности и избежать опасности, таящейся в скрытых дефектах конструкции путем измерения реальных нагрузок и соответствующей подгонки сооружения. В этой связи Дедал вспоминает о загадочных повадках термитов. Эти прожорливые точильщики не грызут дерево с поверхности, а проделывают внутри сеть сложнейших лабиринтов, так что оставшаяся оболочка рассыпается в прах при малейшем прикосновении. Дедал приходит к заключению, что эти хитроумные существа должны каким-то образом чувствовать внутренние напряжения в дереве, которое они грызут, и знают, когда дальнейшее разрушение может привести к катастрофическому обвалу*. Известно, что термиты способны переваривать дерево благодаря особой микрофлоре в их желудке (*Trichonympha*). Дедал предлагает заменить эту микрофлору другими микроорганизмами. Как

известно, в последнее время появилось множество микроорганизмов, которые питаются новыми материалами, созданными человеком. Обнаружены микробы, поедающие пластмассы; грибки, живущие на стекле или алюминии, и т. п. — их-то и следует, считает Дедал, поселить в желудках термитов. Тогда, подвергнув фюзеляж самолета или какую-либо другую важную конструкцию действию максимальных предполагаемых нагрузок, следует напустить туда термитов. Термиты выберут весь излишек металла, оставив после себя губчатую структуру, обеспечивающую заданную прочность при минимальном весе. Благодаря своей способности чувствовать внутренние напряжения в материале термиты смогут «учесть» все конструктивные и производственные дефекты конструкции. Единственная сложность будет, по-видимому, состоять в том, чтобы не дать насекомым разбежаться после того, как они выполнят свою задачу, ибо трудно даже представить себе, какие разрушения они способны произвести, вырвавшись на волю. Но при действии тепла микрофлора в желудке термитов уничтожается раньше, чем они сами, и насекомые погибают от несварения желудка. Дедал надеется вывести нетеплостойкие виды микробов, разрушающих металл, тогда термитов можно будет обезвредить тепловой обработкой.

New Scientist, July 14, 1966

* Способность термитов «чувствовать» внутренние напряжения в дереве скорее всего объясняется просто тем, что поверхностная и объемная прочность дерева различна. — *Прим. ред.*

Дедал не перестает поражаться тонкости инстинктов насекомых. Жук-трубковерт делает на листе точнейший криволинейный разрез, паук плетет великолепное кружево паутины, термиты строят свои архитектурные шедевры,— все это примеры проявления слепого инстинкта. Это побудило Дедала задуматься над вопиющим несоответствием, наблюдаемым в современной технике: в то время как в области микроэлектроники достигнут колоссальный прогресс, механические конструкции по-прежнему остаются довольно неуклюжими. Дедал надеется, что подобное положение дел удастся исправить, обратившись за помощью к насекомым. Он вспоминает, что пауки, подвергнутые действию радиации, нередко начинают плести очень странные паутины. Должно быть, облучение изменяет программу, заложенную в их инстинктах; поэтому Дедал облучает яйца муравьев, пауков, ос и т. п. и наблюдает за инстинктами рождающихся мутантов. Большинство из них, разумеется, нежизнеспособны, однако некоторые могут оказаться полезными с практической точки зрения. (В будущем методы генной инженерии, вероятно, позволят целенаправленно программировать инстинкты.) Прежде всего Дедал стремится развить у насекомых способность соединять электрические проводники — тогда муравьев можно будет использовать для монтажа интегральных микросхем; сейчас этим заняты тысячи людей, вооруженных микроскопами и микроманипуляторами. Более трудоемкую работу будут выполнять целые бригады насекомых. Строительные инстинкты насекомых по существу очень просты: они описываются алгоритмами, содержащими не более 4—5 отдельных команд. Было бы очень интересно исследовать алгоритмы, позволяющие насекомым осуществлять монтажно-сборочные операции.

Изготовление сложного прибора, например телефонного аппарата, не удастся описать одним простым алгоритмом. Каждую деталь или отдельный узел придется поручить специализированным бригадам насекомых, наделенных соответствующими инстинктами; другие бригады будут собирать эти узлы в единое целое. Однако по нашим нынешним меркам полученная таким образом продукция будет

выглядеть весьма странно. Во-первых, никакие две конструкции не будут одинаковыми, они не будут иметь ни строгих геометрических линий, ни точных размеров. В них удивительным образом будут сочетаться изысканность и уродство форм и очертаний. И тем не менее сам принцип их изготовления гарантирует высокую надежность. Если же возникнет какая-то неполадка, то прибор достаточно будет вернуть на соответствующий участок конвейера, где трудолюбивые насекомые сами ее исправят.

New Scientist, February 26, 1981

Комментарий Дедала

Термиты известны своей способностью подтачивать деревянные сооружения изнутри, вследствие чего те разрушаются при малейшем прикосновении. Рассказывают, например, как в Индии колышки на поле для игры в крокет были по недосмотру оставлены на ночь. На другой день во время матча игрок одним ударом прошел все ворота, которые буквально разлетелись в пыль. Этот невероятный рекорд стал возможен благодаря термитам, под покровом ночи совершившим коварную «диверсию».

В своей лекции памяти Джейкоба Броуновского, прочитанной в 1979 г. в Массачусетском технологическом институте, Филип Моррисон привел пример строительного алгоритма термитов. Из измельченного дерева и собственной слюны термиты вырабатывают липкую смесь, напоминающую папье-маше. Крупинки этой смеси склеиваются друг с другом и затвердевают. При постройке термитника — очень сложной конструкции, достигающей шестиметровой высоты, — каждое из насекомых слепо руководствуется следующим алгоритмом:

1. Сделать столбик из крупинок.
2. Когда столбик достиг определенной высоты, посмотреть, нет ли поблизости более высокого столбика, — если есть, то оставить свой столбик и продолжать работу на более высоком.
3. Когда столбик достиг еще большего размера, посмотреть, нет ли по соседству столбика, который можно соединить со своим.

Если нет, оставить свой столбик и искать другой подходящий столбик рядом.

4 Если по соседству имеется подходящий столбик, соединить его со своим перемычкой. Далее продолжать все сначала.

Руководствуясь этим алгоритмом, тысячи неорганизованных насекомых строят в результате сложный многоярусный лабиринт. У них нет ни планов, ни чертежей; нет и двух одинаковых термитников, однако все термитники служат прекрасными домами для этих насекомых. По-видимому, алгоритм должен содержать дополнительные инструкции, предусматривающие, скажем, сводчатую форму сооружения или его ориентацию (термитники нередко вытянуты с севера на юг), но даже такой алгоритм неизмеримо проще самого примитивного эскиза. Разработка конструкций, создаваемых по подобным алгоритмам, могла бы стать одним из направлений в архитектуре.



С разрешения редакции New Scientist.

Дома на воде

Долгая история архитектурных поисков и нерационального городского планирования наводит Дедала на мысль, что дома следует делать подвижными, чтобы в случае перепланировки не нужно было разрушать старые здания. Для перемещения домов удобнее всего было бы использовать принцип воздушной подушки, но, поскольку давление, оказываемое зданиями на опорную поверхность, составляет 0,02 — 2 атм, воздушная подушка вряд ли обеспечит требуемую подъемную силу. К тому же передвижение зданий сопровождалось бы невообразимым шумом. Поэтому Дедал намеревается использовать вместо воздуха воду, плотность которой в 1000 раз выше. Платформа на водяной подушке могла бы создавать значительную подъемную силу при относительно небольшом расходе воды. К сожалению, при этом вода затопит всю улицу, если только каким-то образом не отводить поток. Дедал пред-

лагает окружить платформу водоотсасывающим кольцом, собирающим воду и возвращающим ее в систему. Дедал проектирует здания, оснащенные цистернами, насосами и всем необходимым для того, чтобы в считанные минуты превратить их в самоходные сооружения. Такой системой можно оснастить и многие существующие здания, возведенные на неглубоких или «плавающих» фундаментах.

Громко хлюпая, эти урбанистические суперводомерки будут скользить с места на место, подчиняясь прихотям архитектурной моды: высотный дом уступит место многорядному виадуку, а у подножия гигантов будут копошиться коттеджи и павильончики. Заводы будут ездить по стране в поисках квалифицированных рабочих или правительственных субсидий; пустеющие многоэтажные офисы приползут в центр Лондона, где спрос на них огромен, а старые конторы со своим персоналом покинут наси-

женные места, уступая требованиям комиссии по перепланировке. Трущобы гетто и загородные виллы будут располагаться обособленно или вперемежку, сообразуясь с текущей правительственной политикой (если же их просто оставить в покое, то со временем они естественным путем придут к равновесию). Проектировщики городов смогут не только учиться на своих ошибках, но и исправлять их. Только составители городских карт и работники коммунального хозяйства, наверное, проклянут новую Утопию.

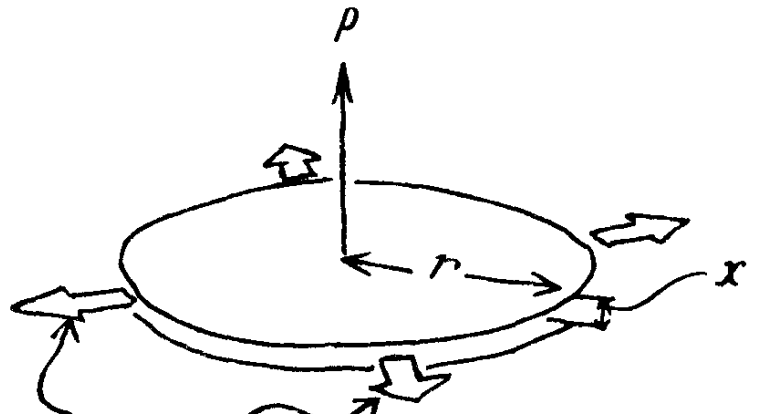
New Scientist, February 3, 1972.

Из записной книжки Дедала

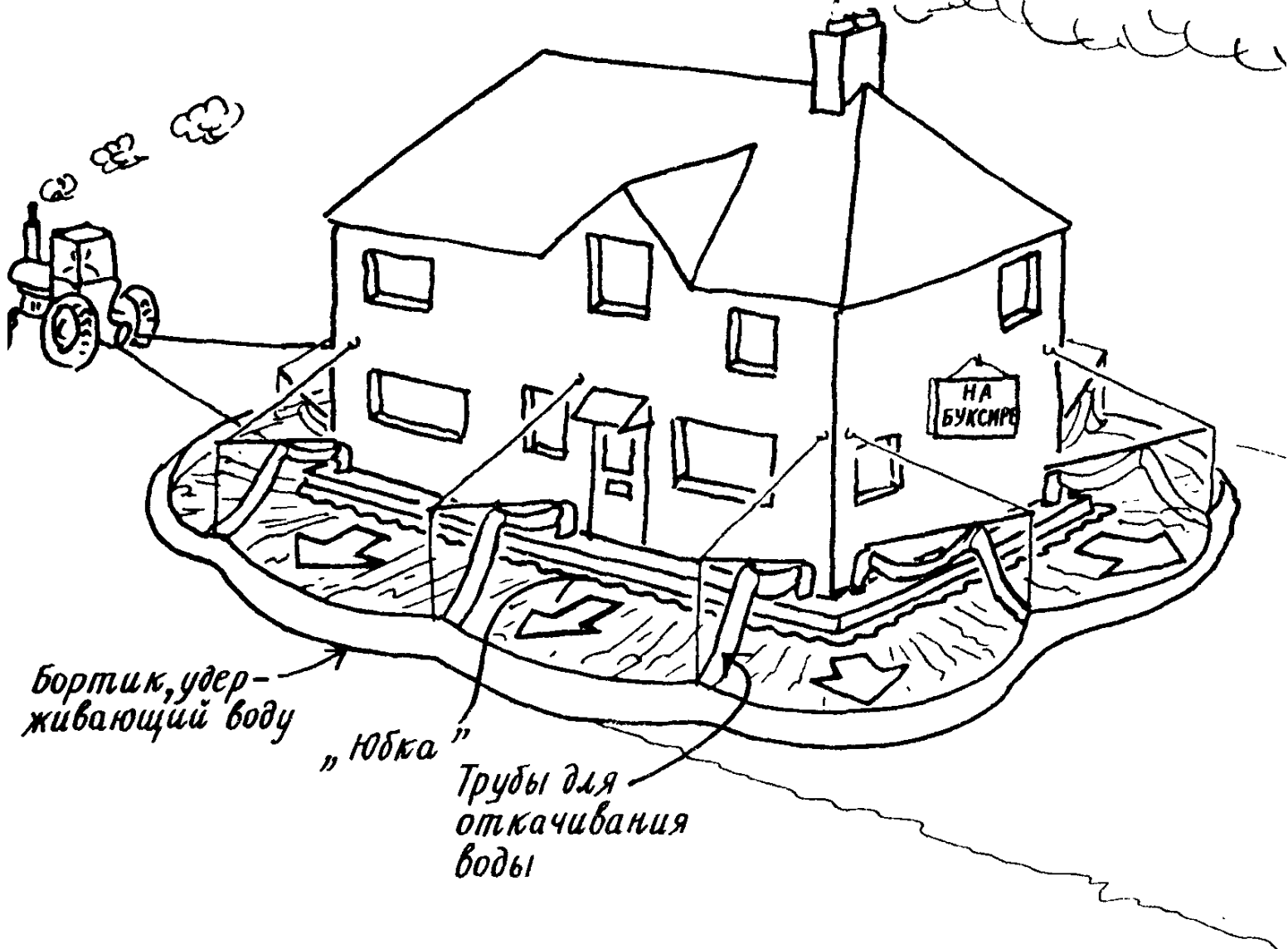
Рассмотрим платформу радиусом r , под которой в радиальных направлениях прокачивается жидкость через зазор размером x . Общая площадь щели $A=2\pi r x$, так что секундный массовый расход жидкости равен $\dot{m}=A v \rho=2\pi r x v \rho$

Давление p , создаваемое в жидкости перед щелью, должно равняться потоку импульса через единицу площади щели, т. е.

$$p=2\pi r x v^2 \rho / 2\pi r x = v^2 \rho.$$



Радиальная скорость v



Это давление одинаково всюду под платформой и действует на всю нижнюю ее поверхность. Тогда полная подъемная сила F равна произведению давления на площадь поверхности: $F = \pi r^2 v^2 \rho$. Ясно, что вода, плотность которой в тысячу раз больше, чем у воздуха, создает в тысячу раз большую подъемную силу. Принимая разумные размеры платформы на водяной подушке: $r = 10$ м, $v = 10$ м/с, $\rho = 1000$ кг/м³, находим

$$p = 10^2 \times 1000 \text{ Н/м}^2 = 1 \text{ атм};$$

$$F = \pi \times 10^2 \times 10^2 \times 1000 = 3,1 \times 10^7 \text{ Н}.$$

Прекрасно!

Какая мощность потребуется для создания нужного потока жидкости? Окружив здание прочной эластичной «юбкой», мы можем уменьшить зазор между ним и землей до 1 мм. Тогда массовый расход воды составит $\dot{m} = 2\pi \times 10 \times 10^{-3} \times 10 \times 1000 = 630$ кг/с. Значит, мощность $P = 1/2 \dot{m} v^2 = 0,5 \times 630 \times 10^2 = 31$ кВт = 40 л. с. Это не так уж много. Чем больше размер платформы, тем лучше, поскольку подъемная сила

пропорциональна квадрату радиуса, а требуемая мощность — первой степени радиуса.

Комментарий Дедала

Разумность моей идеи настолько очевидна, что я не мог не беспокоиться за свой приоритет. Поэтому я не очень удивился, узнав, что другие организации «наступают на пятки» фирме КОШМАР. Шесть месяцев спустя (*New Scientist*, Aug. 17, 1972, p. 340) было опубликовано сообщение о том, что Национальная инженерная лаборатория в Ист-Килбриде использует платформы на водяной подушке для перемещения тяжелых грузов в доках. Патенты на эти платформы принадлежат Национальной научно-исследовательской корпорации. (Интересно, не потеряли ли они силу из-за того, что я опубликовал свой проект раньше?) Предполагалось, что такие платформы будут в основном использоваться для точной установки тяжелых деталей при сборочных работах. Никто, однако, не додумался пока применять их для перемещения зданий.

Мерзиглас

Неизвестно, существуют ли ощущения (помимо боли), органически неприятные для человека, например, врожденным ли является отвращение, которое мы испытываем к запаху тухлых яиц или при виде паука? Не так давно, однако, создатели звуковоспроизводящей аппаратуры обнаружили эффект, неприятный для любого уха. Некоторые транзисторные усилители создают так называемые переходные искажения (типа «ступенька»), при которых на синусоидальном сигнале (между положительным и отрицательным полупериодами) появляется «ступенька». На слух эти искажения воспринимаются очень болезненно, хотя коэффициент нелинейных искажений при этом невелик: ухо, привыкшее к естественным, почти синусоидальным звукам, плохо воспринимает столь необычный сигнал. Дедал советует вводить подобные искажения в голоса злодеев в радиоспектаклях, чтобы сделать их еще более отталкивающими; он видит в этом также средство для тайного

саботажа назойливой рекламы или выступлений политических противников. Но можно пойти еще дальше и распространить этот принцип на световые колебания, также имеющие синусоидальную форму. В нелинейной оптике уже известно много материалов, оптические свойства которых изменяются под действием электрического поля (например, электромагнитного поля, т. е. света). Специалисты фирмы КОШМАР пытаются найти стекло, которое проводит электрический ток (и поэтому непрозрачно) в слабых полях, но становится изолятором (и приобретает прозрачность) в сильных полях. Такое стекло («мерзиглас») будет аккуратно «вырезать» из синусоиды участки с интенсивностью ниже пороговой, но в то же время пропускать пики без заметного ослабления. Световая волна, проходя через такое стекло, будет претерпевать сильнейшее искажение типа «ступенька».

Дедал не может предсказать, как будут выглядеть предметы сквозь мерзиглас фирмы КОШМАР, но предполагает, что они представят как бы в зыбком, неверном свете. Добавочные гармоники лишь слегка исказят цвета, но тем не менее придадут им тошнотворный оттенок. Дедал считает, что такие стекла найдут множество применений в светофорах, дорожных знаках, на выставках художников-авангардистов. Но главную пользу подобный материал принесет, вероятно, как способ лечения телевизионной мании. Экран из мерзигласа

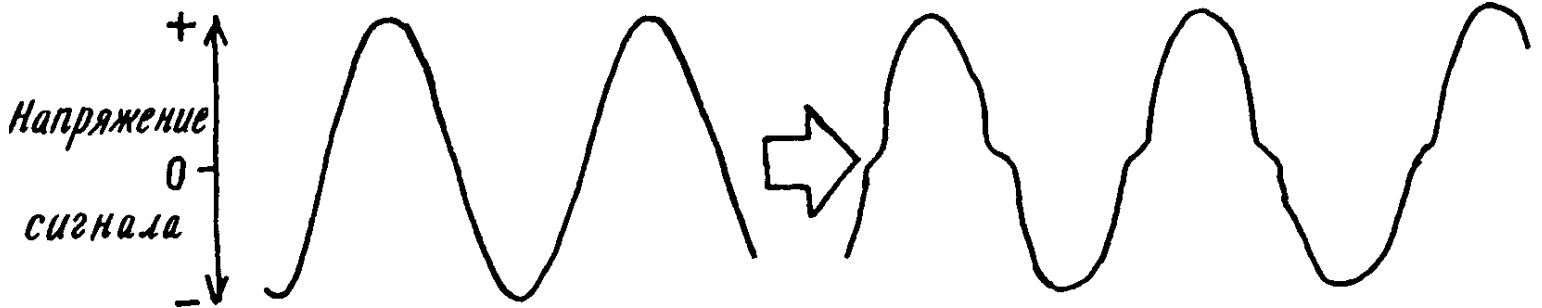
поможет многим безнадежным телеманьякам вернуться к нормальному образу жизни.

New Scientist, July 22, 1971

Из записной книжки Дедала

В старых усилителях на электронных лампах точность воспроизведения звука полностью определялась коэффициентом гармонических искажений: искажения не ощущались на слух, если этот коэффициент был ниже 0,2%. Однако многие транзисторные усилители звучат безобразно,

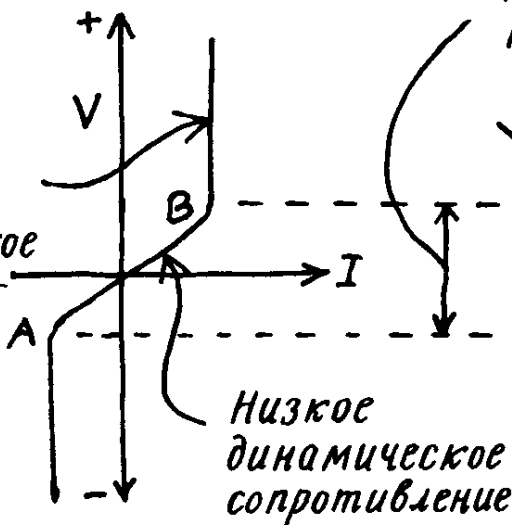
1. *Переходные искажения в усилителе звуковой частоты*
Входной сигнал *Выходной сигнал*



2. *Переходные искажения в стекле Обвинского*

Вольтамперная характеристика стекла

Бесконечно большое динамическое сопротивление



В этой области электрическое поле "замыкается накоротко"

Синусоидальный сигнал (например, световая волна) на участке A и B испытывает искажения типа "ступенька"

несмотря на низкий коэффициент гармонических искажений. Многие известные специалисты винят в этом переходные искажения, которые возникают в усилителях класса Б, где усиление сигнала в положительный и отрицательный полупериоды производится разными транзисторами. Если характеристики этих транзисторов не абсолютно одинаковы, то на синусоидальном сигнале появляется ступенька. Воспринимаемое на слух искажение совершенно несоизмеримо с коэффициентом гармонических искажений (рис. 1).

Можно ли сделать аналогичный фокус со светом? Для начала естественно было бы воспользоваться полупроводниками, у которых обнаруживается эффект Овшинского. Эти полупроводники могут обладать самыми различными нелинейными характеристиками; для наших целей более всего подходит характеристика, изображенная на рис. 2. Что произойдет с вектором электрического поля световой волны, если она пройдет через стекло с такой характеристикой? При малой величине электрического вектора (между точками А и В) рост напряженности поля вызывает увеличение силы тока через стекло. Стекло ведет себя как проводник с ненулевым сопротивлением и поэтому рассеивает или отражает свет подобно металлам: оно непрозрачно. Если же напряжен-

ность поля выше пороговой, то ток не возрастает. Теперь стекло ведет себя как изолятор и пропускает свет практически без потерь. В результате из синусоиды вырезаются участки вблизи нуля — появляются ступеньки. С формальной точки зрения это равносильно генерации высших гармоник, но глаз не спектрометр, и что он увидит, предсказать трудно.

Применение мерзигласа. На ум сразу приходят новые возможности психологического давления. Но можно найти и более простые применения. Как ни странно, усилитель с переходными искажениями звучит гораздо хуже при малых уровнях громкости, чем при больших (при малых уровнях ступенька занимает значительную часть синусоиды). Аналогично свойства мерзигласа проявятся гораздо сильнее при слабом искусственном свете, чем в ярком свете дня. При достаточно низких интенсивностях света вектор электрического поля может вообще не достигать порогового значения и стекло останется полностью непрозрачным. Поэтому окна из мерзигласа могут заменить шторы. Яркий дневной свет пройдет в комнату не ослабляясь, а вечером слабое искусственное освещение не будет видно снаружи. Если даже свет частично и пройдет через стекло, то все равно никто не отважится подглядывать в окно из мерзигласа.

Остановись, мгновенье...

Дедал внес свой вклад в исследование биологических часов у животных и человека. Он отмечает, что время бежит незаметно, когда мы увлечены делом, и нескончаемо тянется, когда мы скучаем, так что на скучные дела приходится непропорционально большая часть нашего субъективно воспринимаемого времени. Очевидно, это неприятное явление обусловлено поступлением в кровь некоего вещества — своеобразного замедлителя времени. Дедал намерен выделить это вещество и освободить человечество от оков субъективного времени.

Вначале Дедал хотел изготовить что-то вро-

де церковной кружки для сбора пожертвований с анестезирующей иглой, чтобы незаметно собирать кровь у измученных прихожан после долгой нудной проповеди. Но вещества такого рода обычно содержатся в крови в столь незначительных количествах, что необходим более основательный подход. Поэтому Дедал привлек звезд авангардистского театра для осуществления грандиозного эксперимента, проводимого на пределе человеческих возможностей. План Дедала основан по преимуществу на его собственном опыте участия в научных конференциях. Согласно этому плану, собравшиеся должны

прослушать цикл бесконечно длинных специальных докладов, прочитанных «приезжими знаменитостями», чья известность в научных кругах не позволит слушателям ни тихо дезертировать, ни открыто взбунтоваться. До 30% слов в этих «докладах» невозможно будет разобрать из-за иностранного акцента лекторов, а попытки последних оживить изложение чудовищно нудными анекдотами собственного сочинения усугубят ощущение скуки. Лекции будут сопровождаться показом расплывчатых и не относящихся к делу диапозитивов, при демонстрации которых слушателям будут напоминать (методом сублиминальной суггестии), что они забыли выключить утюг или закрыть воду. Неудобные кресла, высокая влажность и прочие неудобства не позволят публике заснуть. Такой комплексный подход должен привести к столь значительному растяжению субъективного времени у жертв эксперимента, что выделить содержащийся в крови химический замедлитель времени не составит труда. Как только удастся выяснить химический состав этого вещества, его можно будет синтезировать и выпускать в виде таблеток, которые помогут каждому по желанию продлить мгновения счастья и наслаждения, замедляя неумолимое течение времени. Страдания участников опыта будут вознаграждены!

New Scientist, July 18, 1968.

Комментарий Дедала

Когда мне ребенком беспечно жилось,
Время плелось.

Когда моей юности радость играла,
Время шагало.

Когда возмужали и дух мой, и тело,
Время летело.

Скоро пойму я на старости лет,
что Времени нет.

Боже, простишь ли раба своего ты тогда
навсегда.

Это стихотворение Генри Твеллса, украшающее часы в северном приделе Честерского собора, по-видимому, подразумевает, что «замедлитель времени» присутствует в больших концентрациях в крови детей, но с возрастом

его содержание в крови уменьшается. Это соображение может помочь нам в поисках. Кроме того, в учебных заведениях накоплен немалый опыт по созданию чрезвычайно скучной атмосферы. Поэтому, вероятно, можно будет ограничиться сбором крови на анализ у учащихся школ, славящихся особой строгостью порядков.

ВСЮ НЕДЕЛЮ

Фирма КОШМАР

предлагает
принять
участие в

марафонском сеансе!

В программе : просветитель-
ные лекции с одновремен-
ной сдачей крови !!

„Ужасно“

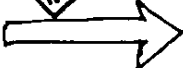
„Хуже не бывает“

„Отвратительно“

Выход из зала после начала
сеанса воспрещается

ВЫХОД

ТУАЛ



Закрыт
на ремонт



О пользе трещин

Традиционные методы обработки метвлла и других материалов требуют слишком много энергии. КПД токарного станка составляет меньше 0,1% — большая часть энергии переходит в тепло. По мнению Дедала, наиболее экономична с энергетической точки зрения резка стекла: стекольщик делает на стекле царапину и чисто обламывает его вдоль этой линии, затрачивая минимум энергии. При некотором навыке этот способ позволяет резать стекло не только по прямой линии, но и вырезать фигурные детали, отверстия. Трещины могут также распространяться в металлах (случается, что в шторм корабли разламываются пополам); особенно хрупки металлы при низких температурах. Поэтому специалисты фирмы КОШМАР разрабатывают сейчас технологию обработки материалов скалыванием, которая призвана заменить существующие способы механической обработки. Трещина распространяется в металле со скоростью несколько километров в секунду. Чтобы регулировать ее распространение с точностью до миллиметра, управляющая система должна обладать высоким быстродействием (осуществлять операции в течение микросекунд), что для современной электроники совсем несложно. Опытный образец обрабатывающего станка фирмы КОШМАР с помощью пьезострикционных возбудителей создает в заготовке внутреннее напряжение и инициирует распространение трещины с засечки, заранее сделанной в нужном месте заготовки. Дальнейшее распространение трещины направляется по сигналам от фотоэлектрических и тензометрических датчиков. Эти сигналы управляют работой пьезострикционных преобразователей, направляющих распространение трещины подобно тому, как руками можно направлять разрыв газеты по заданной линии. Все происходит в считанные миллисекунды: оператор не успевает моргнуть глазом, как заготовка трескается по заданному контуру и получается готовая деталь. В принципе такой станок позволяет получать детали любой конфигурации. Можно даже, к примеру, взять картину, нарисованную на боль-

шой керамической плите, и получить из нее головоломку-мозаику из сцепляющихся друг с другом элементов.

При изготовлении трехмерных деталей трещина должна распространяться в двумерной поверхности, но принцип остается прежним. Специалисты фирмы КОШМАР разрабатывают эту технологию для обработки материалов, достаточно хрупких уже при комнатной температуре, — скажем, для изготовления линз, не требующих последующей шлифовки. Когда эту технологию удастся довести до совершенства, ее можно будет применять также для металлов при низких температурах. Дедал надеется, что в конце концов он сможет наладить, например, изготовление за одну операцию блоков цилиндров из отливки. Помимо скорости и малой энергоемкости этот процесс привлечетелее своей безотходностью. Болванки, вынутые из блока цилиндра, могут с успехом использоваться в качестве идеально притертых поршней*.

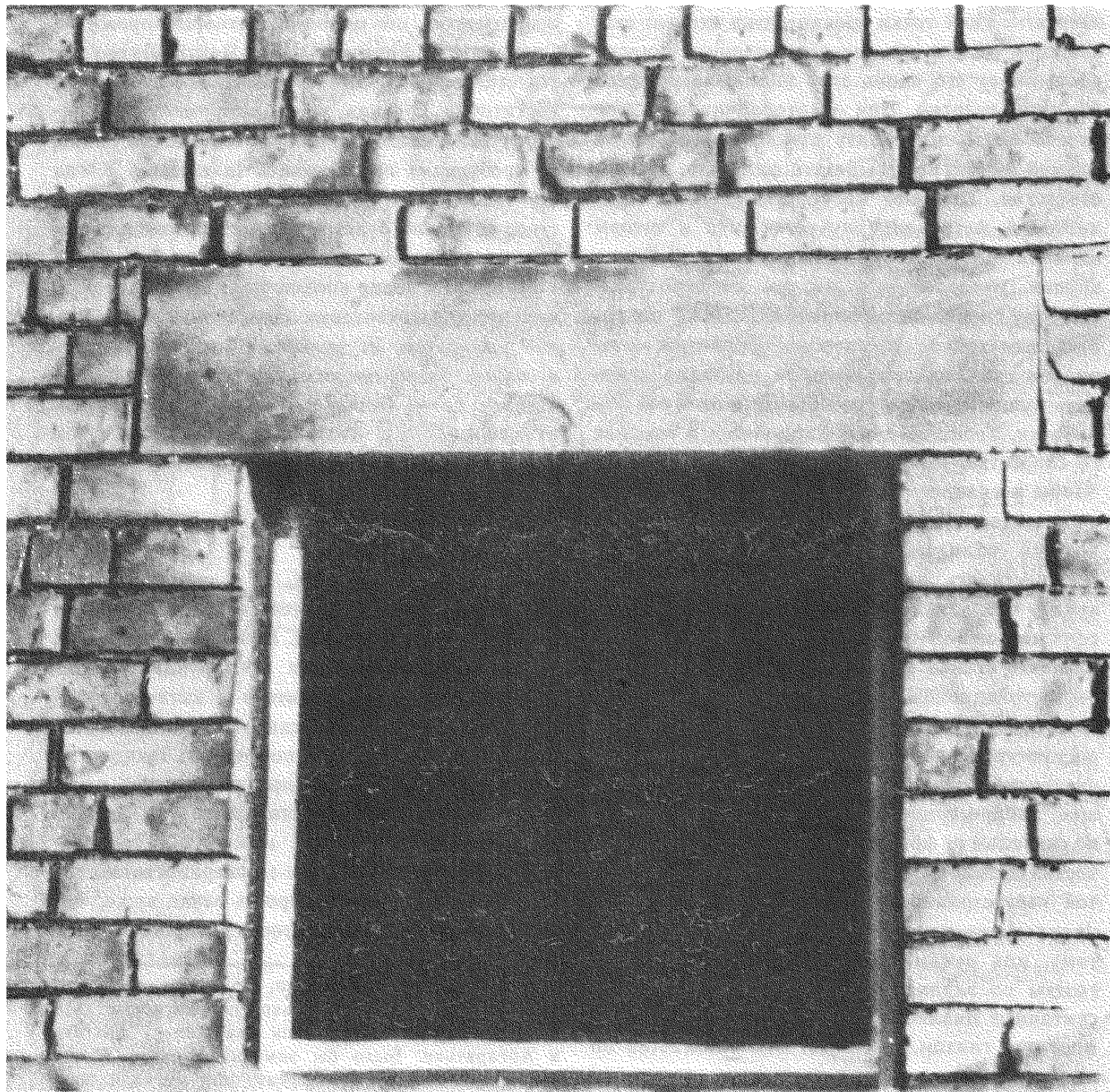
New Scientist, April 22, 1976.

Хрупкий разрыв — настоящее бедствие для инженерных конструкций. Небольшая трещинка в напряженном участке конструкции может распространиться и привести к катастрофическим последствиям. Дедал вспоминает, что большими умельцами по части технологии скалывания были наши предки, жившие в каменном веке. Они довели обработку кремния до высочайшего уровня, неосознанно используя то обстоятельство, что в поверхностном слое большинства кремней скорость звука ниже, чем внутри. Известно, что скорость распространения

* До сих пор, однако, холодная хрупкость металлов доставляет только неприятности: это основная причина поломок машин в Арктике и Антарктике. Было бы заманчиво найти полезное применение этому эффекту для металла, как, например, это уже сделано для резины (резину с отслуживших автомобильных шин скалывают при температуре жидкого азота; дорогостоящий каркас используется повторно, а измельченная резина идет на переработку). — *Прим. ред.*

трещины определяется скоростью распространения звука в твердом теле. Поэтому трещина, направленная под углом к поверхности кремня, преломляется в поверхностном слое и выходит наружу. С кремня при этом скалывается аккуратная чешуйка. Давайте же, призывает Дедал, вернемся к технологии камен-

ного века! Большинство способов поверхностной обработки металлов (науглероживание, азотирование) основано на диффузии атомов легирующих веществ в глубь поверхностного слоя. Дедал занят поисками такого способа поверхностной обработки, который обеспечил бы очень низкую поверхностную скорость зву-



Пример открытого Дедалом механизма «отвода» трещины в сторону. Под весом кирпичной кладки перемычка окна треснула. Из-за наличия в бетоне каких-то неоднородностей трещина повернула на 90° в сторону. В результате ее распространение стало невозможным и балка не лопнула пополам.

ка, чтобы любая трещина, круто преломляясь, выходила обратно на поверхность. Обработанный таким способом металл произведет революцию в технике. Представьте себе подобную деталь на испытательном стенде (или даже в реальной конструкции). Когда напряжения в какой-нибудь точке окажутся выше предела прочности, образовавшаяся трещина не разрушит деталь, а выйдет на поверхность, аккуратно откалывая кусочек с производственным или конструкторским дефектом, в котором сконцентрировано опасное напряжение. В результате нагрузка в этом месте распределится более равномерно и опасность разрушения детали будет устранена. Нагрузки на такую деталь можно повышать до уровня, при котором начинается пластическое течение материала. Пластическое же течение часто играет на руку конструктору: неверно рассчитанная деталь «прирабатывается», упрочняется, а излишняя нагрузка равномерно распределяется между всеми элементами конструкции. Можно сказать, что металл Дедала будет обладать свойством самосовершенствования. В своих мечтах Дедал уже видит новую эру конструирования, когда конструкторы практически останутся без работы, а машины и механизмы будут собираться из кое-как сделанных деталей, которые в процессе работы будут принимать оптимальные формы. Автомобилисты же

станут с тихой радостью смотреть на осколки и обломки, сыплющиеся из двигателя.

New Scientist, February 23, 1978.

Комментарий Дедала

Один из самых удивительных примеров хрупкого разрыва связан со случаем, происшедшим с немецким пассажирским кораблем «Бисмарк». Построенный перед первой мировой войной, этот трансатлантический лайнер водоизмещением 57 000 т (самый большой по тем временам) после окончания войны в счет репараций перешел к англичанам и был переименован в «Мажестик». Новые владельцы произвели реконструкцию судна, руководствуясь собственными представлениями о роскошном и комфортабельном лайнере. В 1928 г. на судне был установлен новый пассажирский лифт и во всех палубах были прорезаны прямоугольные окна под шахту лифта. Во время перехода через океан в углу одного из этих проемов образовалась трещина, которая дошла до борта корабля, прошла по обшивке, но, к счастью, остановилась, наткнувшись на иллюминатор. В «лучших» морских традициях эта история была замята. Ни пресса, ни три тысячи пассажиров так и не узнали, сколь близок был лайнер к катастрофе.

Транспорт с коллективной ответственностью

Выгода от использования автобусов повышенной вместимости имеет, к сожалению, неприятную сторону: долгое ожидание на остановках. Пассажирам было бы удобнее, если бы автобусы были поменьше, но ходили чаще, — но сколько тогда понадобится водителей! А не воспользоваться ли принципом универсама: пусть потребитель обслуживает себя сам. Дедал предлагает, чтобы пассажиры вели автобусы сами. В изобретенном им «транспорте с коллективной ответственностью» (ТКО) перед каждым сиденьем имеется рулевое колесо, рычаги

и педали и каждый пассажир с помощью телевизионного экрана может наблюдать за дорогой. Всем пассажирам предлагается принимать посильное участие в управлении. Бортовая ЭВМ собирает сигналы со всех пультов. Она отбрасывает экстремальные значения, исходящие от слишком смелых или не слишком умелых водителей, и ведет автобус в соответствии с усредненным сигналом с остальных пультов. Поэтому индивидуальные отклонения (сигналы, поступающие с пультов лихача или пассажира, желающего подкатить прямо к

своему порогу) не учитываются, а движением руководят коллективный опыт пассажиров и их знание маршрута.

Дедал полагает, что такой автобус будет двигаться весьма уверенно, что сделает его исключительно безопасным. Проблемы могут возникнуть в случае, когда ровно половина пассажиров захочет повернуть, скажем, направо, а другая — налево. Учитывая возможность подобной кризисной ситуации, ЭВМ следует обучить распознавать такие опасные бимодальные распределения голосов и самой делать выбор. Популярность игровых автоматов аттракционов-автодромов наводит Дедала на мысль, что пассажиры готовы будут даже платить за право управлять автобусом; это позволит обойтись без кондуктора. У каждого сиденья можно установить кассу и «взвешивать» сигнал, идущий от пульта, соответственно количеству опущенных монет. Тогда скорость, стиль управления и маршрут будут зависеть от тех, кто готов раскошелиться, — в точном соответствии с основным принципом капитализма: прав тот, кто больше платит. Из несогласия между пассажирами можно извлечь немалую выгоду. Барон Ротшильд, выступающий именно за такой принцип планирования научных исследований, будет в восторге.

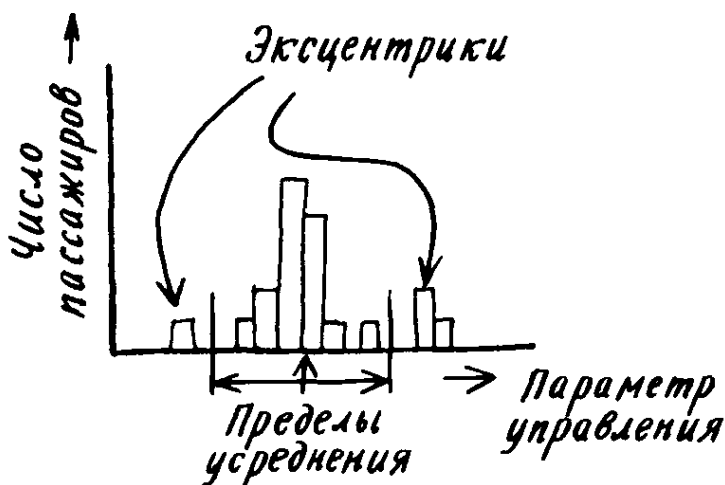
New Scientist, November 29, 1973

Из записной книжки Дедала

а. Какими характеристиками будет обладать транспорт с коллективной ответственностью?

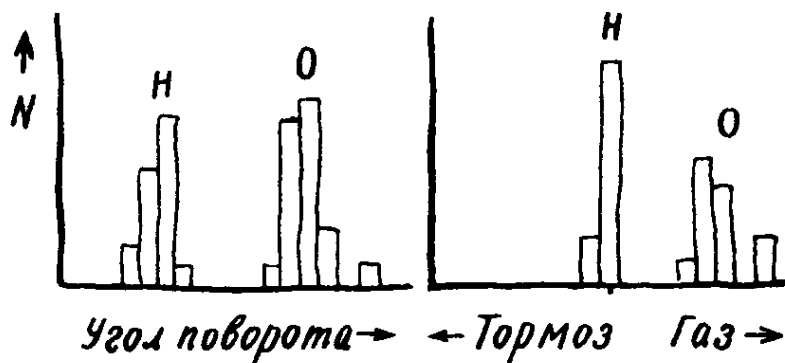
1. Повышенной точностью управления. Отношение сигнал/шум для суммы N сигналов улучшается в \sqrt{N} раз, так что автобус, управляемый 64 пассажирами, будет контролироваться в 8 раз точнее, чем управляемый одним шофером.
2. Статистическим усреднением по распределению контролируемых значений параметров. Типичное распределение сигналов от пультов может выглядеть как на верхнем рисунке.

ЭВМ отсекает крайние значения и усредняет остальные. Надежность результата окажется еще выше, поскольку все пассажиры узнают о выборе, сделанном ЭВМ, по тому, как ведет себя автобус. Это весьма напоминает



методику научных предсказаний «Дельфы», когда большому числу специалистов предлагается ответить на один и тот же вопрос. Затем их знакомят со сводкой ответов и предлагают еще одну попытку. Такой процесс за небольшое число этапов приводит всех экспертов к единому мнению. Точно так же ТКО будет двигаться очень уверенно и спокойно. 3. Наличием многомодальных распределений. Предположим, что половина пассажиров решает пойти на обгон, а половина хочет остаться в своем ряду. Сигналы, полученные ЭВМ, выглядят тогда так:

Н - не обгонять О - обгонять



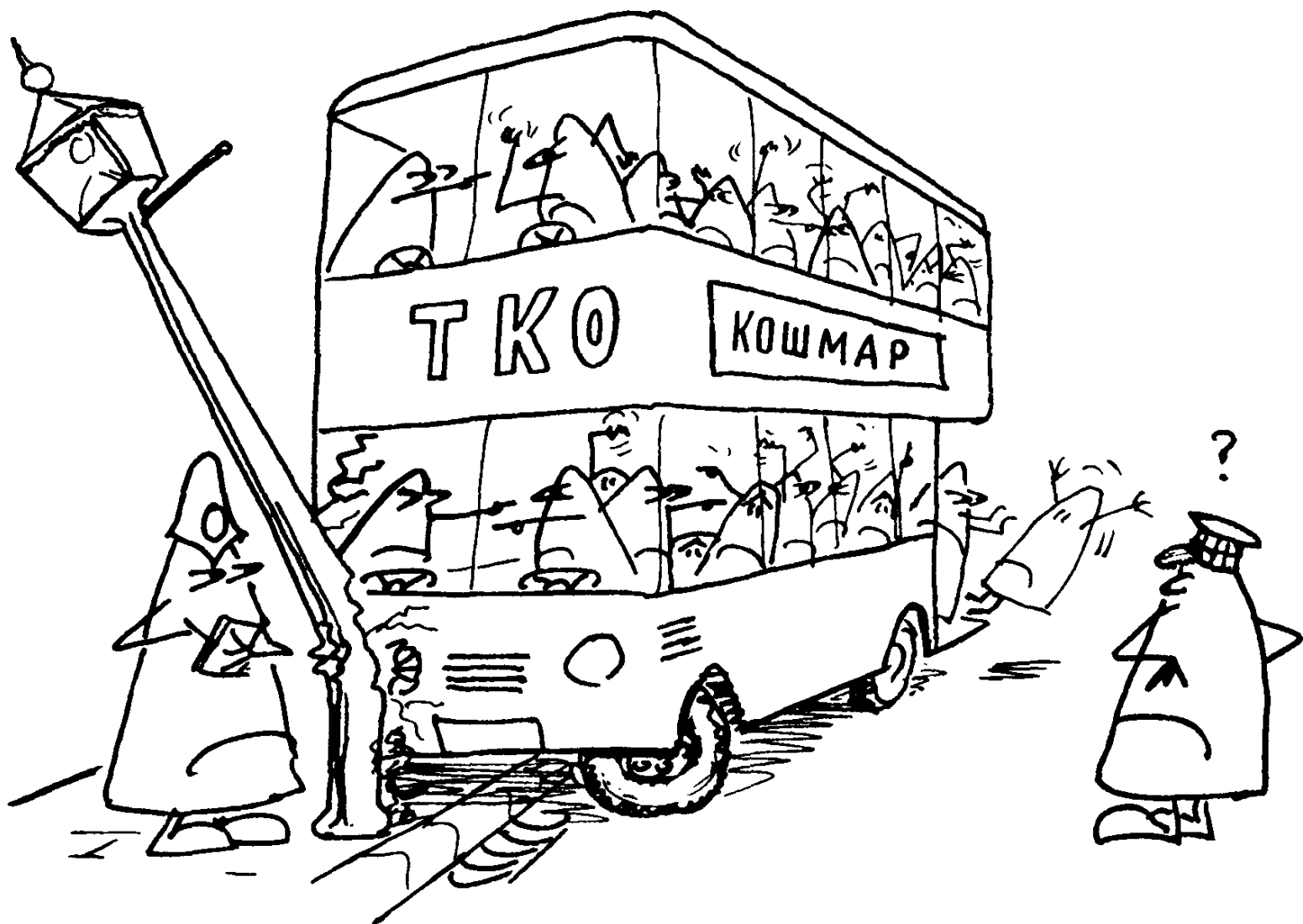
На случай таких распределений программа должна предусматривать отбрасывание целой группы сигналов, т. е. выбирать только одно решение. В противном случае ЭВМ могла бы выбрать значение ускорения, необходимое для обгона, а угол поворота колес такой, при котором автобус останется в своем ряду, что неминуемо приведет к аварии. Пассажир, решивший идти на обгон и увидевший, что автобус не слушается его, поначалу станет яростно крутить руль, но быстро сообразит, в чем дело, и начнет действовать в соответствии

с принятым ЭВМ решением. В результате движение автобуса будет строго рациональным и устойчивым.

б. Как организовать маршруты ТКО? Простейший метод состоит в том, чтобы вообще не устанавливать автобусных маршрутов и позволить всем автобусам ездить туда, куда пожелают пассажиры. Чтобы предотвратить угон автобуса какой-нибудь группой злоумышленников, потребуется 1) устроить множество остановок, излучающих определенный сигнал, который автоматически останавливает проходящий автобус, чтобы в него могли войти новые пассажиры, и 2) установить электронный заслон, препятствующий выезду автобусов за пределы города. Автобус остановится у городской черты и не двинется дальше, пока в него не войдут новые пассажиры и не поведут его в обратном направлении. При такой организации движения в часы пик автобусы будут курсировать по более или менее традиционным

маршрутам, а в прочее время будут функционировать как многоместные такси.

в. Плата за право управления. Это прекрасная задача для теории игр. В часы пик, когда почти всем нужно ехать в одну сторону, по идее один пассажир может платить и везти всех остальных. Но поскольку ему может помешать любой одиночка, пожелавший отклониться от маршрута, у всех пассажиров есть определенный стимул немного заплатить, чтобы застраховаться от случайностей. При других обстоятельствах выгоднее всего, видимо, ехать зайцем и предоставить остальным вести автобус, пока он движется примерно в нужном вам направлении. Если же автобус резко свернет «не туда», то вам придется либо тут же основательно потратиться, чтобы вернуть его на желаемый курс, либо сойти на ближайшей остановке и ждать другого автобуса. Со временем, вероятно, установятся постоянные маршруты, освященные традицией. Темпера-



ментная публика в Риме или Рио-де-Жанейро, несомненно, отдаст предпочтение системе, в которой, кто больше платит, тот и управляет

автобусом. Флегматичным же англичанам, видимо, больше будут по душе постоянные маршруты и фиксированная плата за проезд.

Арахнавтика*

Молодые паучки перемещаются на огромные расстояния, выпуская длинную паутинку, которая подхватывается ветром и уносит их. Достаточно длинная нить могла бы служить прекрасным парашютом, поскольку аэродинамическое вязкое сопротивление, которое испытывает нить в потоке газа, возрастает с увеличением ее длины, но мало зависит от ее диаметра. По расчетам Дедала, нить, эквивалентная обычному парашюту, должна достигать в длину 10 тыс. км. Правда, одна нить, во-первых, не выдержит тяжести человека, а, во-вторых, высота атмосферы окажется недостаточной для такой длинной нити. Но из десяти тысяч нитей — каждая по километру длиной — выйдет прекрасный парашют. Если же в качестве нитей использовать стеклянные или углеродные волокна, то диаметр каждой из них может быть меньше 0,01 мм, а общая масса такого «парашюта» не превысит 2 кг. (Дедал задумался, в частности, над вопросом, не мог ли бы какой-нибудь самоотверженный хиппи отрастить шелюру такой длины, что позволила бы ему безопасно выпрыгивать из летящего самолета. Но едва ли густая грива из 200 тыс. волосинок по метру каждая окажется для этого достаточной. К тому же волосы растут слишком плотно, поэтому каждая волосинка не будет полностью обтекаться воздушным потоком.) Волоконный парашют Дедала будет снабжен большим каркасом, на котором закрепляются отдельные нити.

Достоинства нового парашюта несомненны. Он не только будет плавно тормозить падение по мере распрямления волокон (без рывка, сопровождающего раскрытие обычного парашюта), но и будет совершенно невидим

с земли. Десантники смогут приземляться незамеченными; впрочем, сам вид солдат, плавно спускающихся с неба без всяких приспособлений, должен полностью деморализовать противника. Дедал предполагает также использовать новые парашюты для спасения самолетов, потерпевших аварию в воздухе. Обычный парашют гигантских размеров не может спасти обреченный самолет хотя бы из-за резкого рывка в момент раскрытия. В то же время всего лишь тонна волокон, выпущенных из (семидесяти-тонного) самолета, плавно уменьшит скорость его падения до нескольких метров в секунду. Дедал также разрабатывает спортивный ранцевый парашют, использующий готовые волокна или даже изготавливающий их уже в полете. Увлекаемые восходящими потоками воздуха волокна поднимут спортсмена в небо и плавно опустят его за многие мили от места взлета. Этот новый спорт, сочетающий в себе прелести планирования и воздухоплавания, можно было бы назвать арахнавтикой.

New Scientist, July 17, 1975

Из записной книжки Дедала

Нить в качестве парашюта. Какая сила требуется для протягивания нити сквозь вязкую жидкость? Воспользуемся для начала стандартной формулой, описывающей движение жидкости, заключенной между двумя длинными коаксиальными цилиндрами, в случае, когда внутренний цилиндр движется параллельно оси со скоростью v_0 . Скорость жидкости v_r на расстоянии r от оси дается выражением

$$v_r = (v_0 / \ln \gamma) (\ln r - \ln R),$$

где $\gamma = r_0/R$ — отношение радиусов внутреннего и внешнего цилиндров. Дифференцируя

* От греческого *Arachne* (паук). — *Прим. перса.*

выражение для v_r по r , получим

$$dv_r/dr = v_0(r \ln \gamma).$$

Это градиент аксиальной скорости жидкости в цилиндрическом слое, ограниченном радиусами r и $r + dr$. Согласно формуле, предложенной еще Ньютоном, сдвиговое напряжение N в вязкой среде определяется соотношением

$$N = -\eta dv_r/dr = -\eta v_0/(r \ln \gamma),$$

где η — вязкость жидкости.

Это напряжение существует по всей площади $A = 2\pi r l$ поверхности цилиндрического слоя радиусом r и длиной l , испытывающего сдвиг. Тогда полная сила, возникающая в слое в результате сдвига,

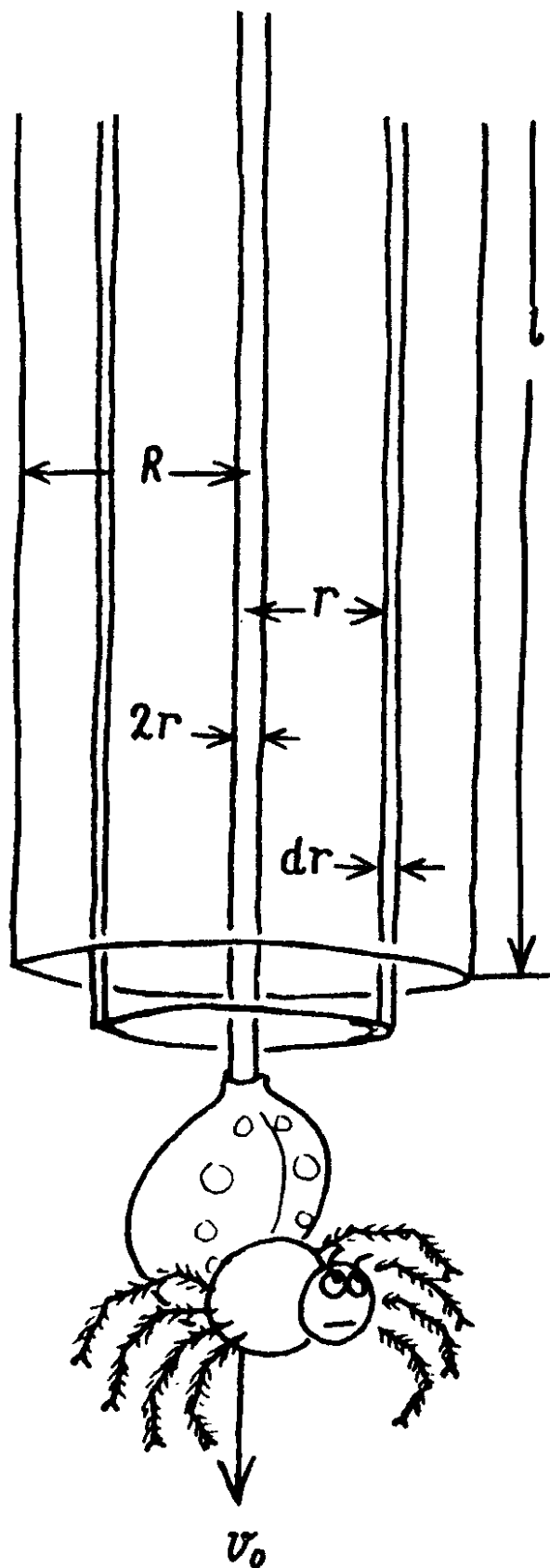
$$F = N \cdot A = -2\pi r l \eta v_0/(r \ln \gamma) = -2\pi l \eta v_0/\ln \gamma.$$

Как и следовало ожидать, сила не зависит от расстояния от осн. Сила F передается от внутреннего движущегося цилиндра через все слои жидкости к внешнему неподвижному цилиндру.

Будем считать теперь, что сила F есть сила тяжести, действующая на массу m , прикрепленную к внутреннему цилиндру. Принимая $F = mg$, после простых преобразований найдем скорость падения:

$$v_0 = -mgl \ln \gamma / (2\pi l \eta).$$

Пусть теперь диаметр внешнего цилиндра увеличивается до бесконечности, а внутренний цилиндр представляет собой нить радиусом r_0 в свободном падении. Но тогда отношение $\gamma = r_0/R$ становится равным нулю, а $\ln \gamma = -\infty$. Скорость падения становится равной бесконечности. Что-то здесь не так. Поскольку в действительности летающие паучки не падают и не сворачивают себе шейки, столь безнадежный результат, по-видимому, ошибочен. Разумно было бы выйти из положения, определив некое характеристическое расстояние, на котором окружающий воздух перестает взаимодействовать с нитью, и принять его за R . В качестве такового можно взять хотя бы геометрическое среднее между l и r_0 — в нашу формулу входит только логарифм этой величины, так что ошибка будет невелика, даже если мы



очень сильно ошиблись в выборе R :

$$\begin{aligned} v_0 &= mgl \ln(r_0/\sqrt{lr_0}) (2\pi l \eta) = \\ &= mgl \ln(l/r_0) / (4\pi l \eta). \end{aligned} \quad (1)$$

Волоконный парашют для человека. Пусть масса парашютиста составляет 70 кг, а масса парашюта не должна превышать $m = 2$ кг. Если мы используем стекловолокно с плотностью $\rho = 2700$ кг/м³ и, скажем, с радиусом $r = 0,005$ мм, то суммарная длина волокон должна составлять

$$L_{\text{полн}} = m/\rho\pi r^2 = 2/[2700 \times \pi \times (5 \times 10^{-6})^2] = 10^7 \text{ м.}$$

Разделим общую длину на 10 000 волокон, каждый по километру длиной, и используем этот пучок в качестве парашюта. Вязкость

воздуха при 20°C равна $1,8 \times 10^{-5}$ Н · с/м², на каждое волокно приходится груз $70/10\,000 = 0,007$ кг, и, согласно формуле (1), конечная скорость парашютиста составит

$$v = \frac{0,007 \times 10 \times \ln [1000/(5 \times 10^{-6})]}{4 \times \pi \times 1000 \times 1,8 \times 10^{-5}} = 5,9 \text{ м/с.}$$

Это эквивалентно прыжку с двухметровой высоты и несколько не опасно для парашютиста. Аналогично две тонны волокон замедлят падение семидесятитонного самолета до такой же скорости. Эти нити можно выпускать через фильеры из расплавленной массы. Вытянутые обтекающим потоком воздуха, такие волокна окажутся тоньше, чем при любой другой технологии их изготовления!

Per funicula ad astra*

Являясь пионером освоения воздушного пространства, Дедал до сих пор не потерял интереса к проблемам авиации и космонавтики. В настоящее время он размышляет над проблемами запуска искусственных спутников без использования ракет, которые, на его взгляд, несовершенны и неэкономичны. Дедал предлагает возвести на экваторе башню высотой 35 700 км. Вершина такой башни, вращающейся вместе с Землей, движется с космической скоростью: достаточно поэтому поднять спутник вверх и оттолкнуть его. Если этот проект не будет принят, Дедал предлагает взамен более дешевый вариант: запустить на геостационарную орбиту высотой 40 000 км спутник, к которому привязан трос. Другой конец троса закрепляется на экваторе, и спутник удерживает трос в натянутом состоянии. В дальнейшем по этому тросу можно было бы запускать небольшие спутники. К сожалению, из-за действия на запускаемый спутник кориолисовой силы трос будет отклоняться в сторону, противоположную направлению вращения Земли. Но Дедал

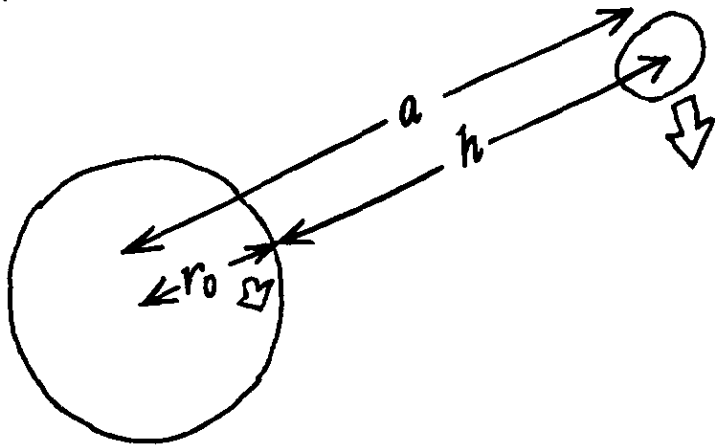
надеется, что вскоре трос снова натянется и вернется в рабочее положение.

New Scientist, December 24, 1964

Вдохновленный отсутствием возражений по поводу его проекта «заякорить» на тросе геостационарный спутник, Дедал выдвигает еще более смелый проект. Он предлагает построить лифт на Луну. Для этого потребуется только достаточно мощная ракета, несущая трос в десять раз длиннее и с гарпуном на конце. При падении ракеты на Луну гарпун намертво закрепится в лунном грунте. Поскольку Луна всегда обращена к Земле одной стороной, на лунном конце троса никаких проблем не будет. Проблемы, как всегда, возникнут на Земле — из-за ее суточного вращения. Впрочем, трос можно закрепить на шарнире у Южного полюса. Если трос закрепить на экваторе, то он наматывается на Землю и притянет Луну. Дедал, однако, опасается, что этот проект, несмотря на всю его привлекательность с точки зрения геофизиков и селенологов, вызовет возражения со стороны представителей Высокой Науки. Если же проект будет принят,

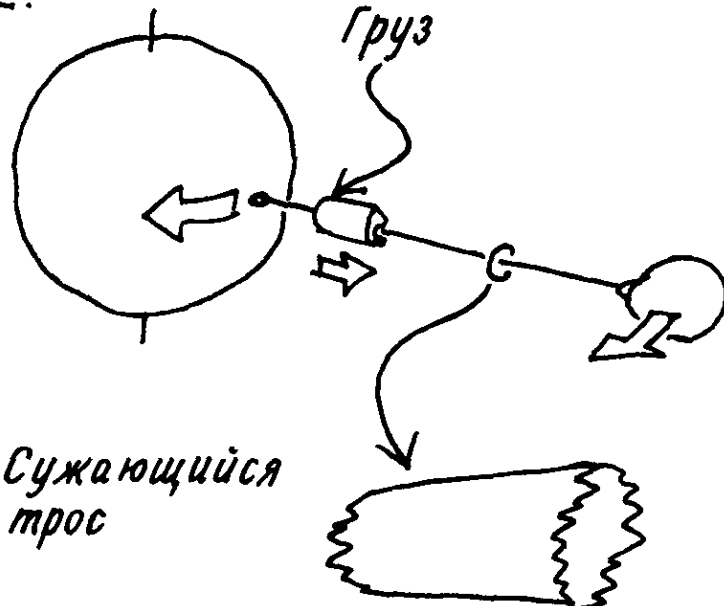
* По канату — к звездам (лат.).

1.



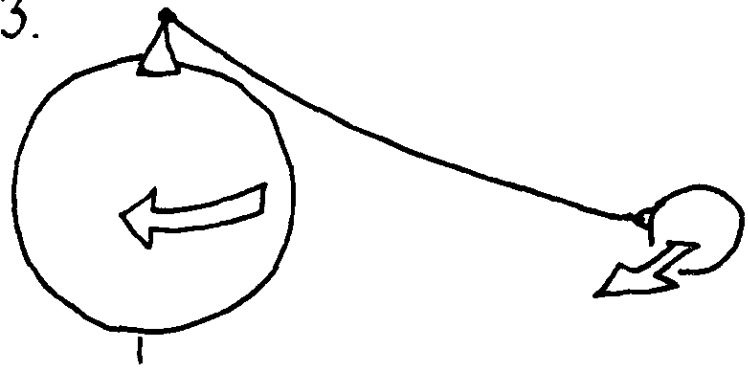
1. Параметры геостационарного спутника
 Период обращения спутника определяется уравнением $P^2 = 4\pi^2 a^3 / GM$, где P — период обращения, G — универсальная гравитационная постоянная, равная $6,67 \times 10^{-11} \text{ м}^3/\text{кг} \cdot \text{с}^2$, a — радиус орбиты, M — масса центрального тела (для Земли $M = 5,97 \times 10^{24} \text{ кг}$). Поскольку Земля совершает один оборот за 24 ч ($P = 86\,400 \text{ с}$), в соответствии с этим уравнением получаем $a = 42\,230 \text{ км}$. Спутник, находящийся на этом расстоянии от центра Земли, т. е. на высоте $h = a - r_0 = 42\,230 - 6\,370 = 35\,860 \text{ км}$ над поверхностью Земли, будет «висеть» над одной и той же точкой экватора.

2.



2. Привязной геостационарный спутник
 Каждый участок троса должен выдерживать вес остальной части троса, расположенной ниже. Для этого трос должен утолщаться кверху приблизительно по экспоненциальному закону. Площадь сечения троса A_a вблизи спутника, находящегося на геостационарной орбите, связана с площадью сечения троса A_0 у поверхности Земли соотношением $A_a \approx A_0 \exp(\rho r_0 g / Y)$, где ρ — плотность материала троса, g — ускорение силы тяжести у поверхности Земли, Y — модуль упругости материала троса, r_0 — радиус Земли.

3.



3. Привязной спутник на шарнире
 Такой спутник может иметь любой период обращения (например, можно протянуть трос к Луне). Однако силы, действующие на ось, могут оказаться очень большими.

то Дедал предлагает опустить Луну в Тихий океан, чтобы заодно проверить гипотезу, согласно которой этот океан образовался, когда Луна откололась от Земли.

New Scientist, October 16, 1965

Комментарий Дедала

Эти две мои идейки появились на страницах журнала одними из первых. Они высказывались весьма неуверенно, ибо в ту пору редакция еще сомневалась, можно ли публиковать на страницах солидного журнала столь смелые предложения. Поэтому я был очень рад, когда основные положения обоих проектов были позднее повторены Дж. Д. Айзексом, А. Вайном, Г. Брэднером и Дж. Баккусом в журнале *Science* (151, Febr. 11, 1966, p. 682). Цитирую:

Помимо способности удерживаться в натянутом состоянии трос, закрепленный на экваторе вращающейся планеты или на естественном спутнике планеты (возможно, и на полюсе быстро вращающегося тела) и выходящий достаточно далеко за пределы орбиты стационарного спутника, будет обладать и другими интересными и полезными свойствами.

Массы, перемещаемые вдоль троса от поверхности центрального тела, будут запускаться в космическое пространство частично за счет энергии, отбираемой у вращающегося центрального тела.

Далее авторы рассчитывают прочность и

сечение троса, указывают подходящие материалы для его изготовления и анализируют, на каких планетах и спутниках Солнечной системы этот проект легче всего реализовать.

Переписка с Артуром Кларком, в романе которого «Фонтаны рая» упоминается орбитальная башня высотой 35 700 км, открыла мне, что эти мысли не так уж новы. Проект орбитальной башни впервые был предложен К. Э. Циолковским еще в 1895 г. Орбитальный трос был описан ленинградским инженером Ю. Арцутановым в «Комсомольской правде» от 31 июля 1960 г. Трос до Луны, по-видимому, придуман С. Голомбом в 1962 г. (*Astronautics*, 7—8, 1962, p. 26).

Артур Кларк сообщил мне: «...основная работа в этой области проводится Джеромом Пирсоном на базе ВВС США Райт-Паттерсон в штате Огайо. Его первая статья озаглавлена «Орбитальная башня»: установка для запуска космических аппаратов, использующая энергию вращения Земли» (*Acta Astronautica*, 2, 1975, p. 785). Пирсон думал, что эта идея целиком принадлежит ему, ибо библиографический поиск с помощью ЭВМ не выявил даже статью Айзекса!»

Наверное, следовало бы еще раз внимательно просмотреть и альбомы Леонардо да Винчи. Я утешаюсь тем, что фирма КОШМАР по крайней мере была одним из независимых авторов этих впечатляющих проектов.

Соленые спектры

Когда электрон изменяет скорость или направление движения, он испускает электромагнитное излучение. В таком случае, считает Дедал, при прохождении электрического тока по извилистому проводнику должен излучаться свет. Частота излучаемого «света» в такой установке будет равна числу извилин проводника, проходимых электроном за секунду, и, следовательно, она лежит гораздо ниже границы видимого диапазона спектра. Даже если бы электроны двигались со скоростью света (как, к примеру, в длинной, извилистой формы ра-

диолампе под действием ускоряющего напряжения), длина волны испускаемого излучения была бы равна длине одной извилины. Чтобы получить таким способом видимый свет, понадобилась бы лампа с извилинами, меньшими длины волны видимого света. Дедал предлагает воспользоваться кристаллами поваренной соли. В кристаллической решетке соли положительные ионы натрия и отрицательные ионы хлора чередуются с интервалом 0,28 нм, и электроны в пучке, направленном вдоль поверхности кристалла, будут от-

клоняться то в одну, то в другую сторону под действием полей, создаваемых чередующимися положительными и отрицательными зарядами. По расчетам Дедала, заполненная солью радиолампа должна излучать видимый свет уже при разности потенциалов между электродами в 0,05 В.

КПД такой лампы невелик, так как электроны касаются поверхности кристалла только в отдельных участках своего пути. Поэтому Дедал ищет пористый материал с ионной структурой, внутри которого электроны вынуждены были бы двигаться по извилистой траектории. Для этой цели больше всего подходят цеолиты, широко применяемые в ионообменниках и молекулярных ситах. В лабиринте их ячеистой структуры электрон будет двигаться по траектории с извилинами длиной 2 нм. Дедал присоединяет электроды к кускам цеолита, запаивает их в стеклянные баллоны и откачивает воздух. В результате получается «лабиринтная радиолампа». В этой лампе электроны движутся зигзагообразно от катода к аноду, испуская электромагнитное излучение на всем пути. Видимый свет будет излучаться уже при напряжении 3 В, причем такая лампа способна перестраиваться по спектру в очень широком диапазоне. В зависимости от приложенного напряжения, определяющего скорость движения электронов внутри цеолита, лампа излучает свет с любой длиной волны: от инфракрасного до ультрафиолетового*.

Способность цеолампы изменять свой цвет с той же частотой, с какой изменяется управляющее напряжение, обеспечивает ей множество полезных применений в технике и в быту. При питании обычным переменным напряжением от сети цвет лампы будет казаться постоянным, так как глаз не в состоянии различить его изменения с частотой 50 Гц. Однако этот цвет легко изменять, управляя величиной или формой питающего напряжения. Особенно эффектно это свойство может использоваться в театральных постановках и на

эстраде. В частности, Дедал надеется, что цеолампы помогут «живым» концертам одержать верх в конкуренции с звукозаписью. Цеолампа, управляемая через усилитель сигналом от музыкального инструмента, будет действовать как цветовой стробоскоп. Например, цвет струны, освещенной цеолампой, будет изменяться в фазе с ее собственными колебаниями. Скрипки, барабаны и тарелки станут переливаться всеми цветами радуги.

New Scientist, July 25, 1974

Из записной книжки Дедала

Электрон, имеющий массу m и заряд e , ускоряясь за счет разности потенциалов E , приобретает скорость v , которая определяется из уравнения

$$Ee = \frac{1}{2}mv^2.$$

Пусть этот электрон проходит через кристаллическую решетку с периодом l . Чтобы электрон «вилял» с частотой ν , он должен проходить ν периодов решетки в секунду, т. е. двигаться со скоростью $v = \nu l$. Соответствующая разность потенциалов равна

$$E = \frac{1}{2}m\nu^2 l^2 / e = m\nu^2 l^2 / 2e = k\nu^2 l^2;$$

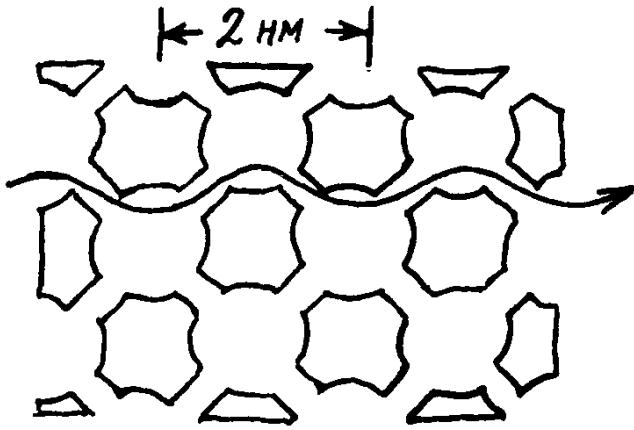
при $m = 9,11 \times 10^{-31}$ кг и $e = 1,60 \times 10^{-19}$ Кл находим $k = 2,8 \times 10^{-12}$ кг/Кл.

Таким образом, чтобы получить желтый свет с частотой $\nu = 500$ ТГц, направляя электроны вдоль поверхности кристалла соли с периодом решетки $l = 0,28$ нм, необходима разность потенциалов $E = 2,8 \times 10^{-12} \times (500 \times 10^{12})^2 \times (0,28 \times 10^{-9})^2 = 0,054$ В. Но это слишком мало, чтобы обеспечить достаточно интенсивную эмиссию электронов из обычных катодов.

Цеолиты выглядят гораздо более привлекательно. Они прозрачны, и внутри цеолита электроны движутся в извилистом «объемном» лабиринте, а не вдоль поверхности.

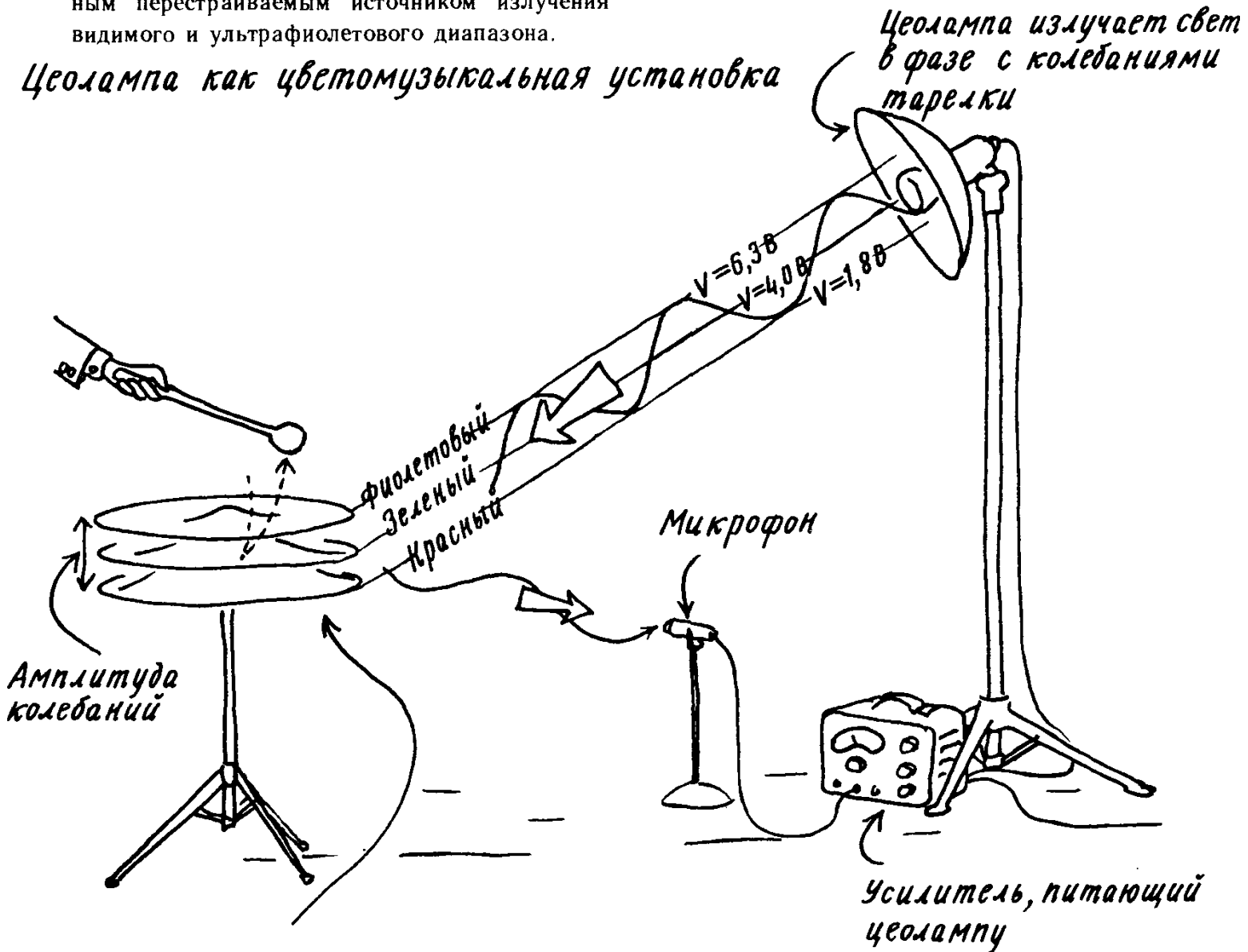
«Период решетки» l здесь составляет около 2 нм, соответственно и значения разности потенциалов получаются более приемлемые. Красному свету (400 ТГц) соответствует $E = 1,8$ В, желтому (500 ТГц) — 2,8 В, голубому (600 ТГц) — 4 В, фиолетовому (750 ТГц) — 6,3 В. Подняв напряжение до не-

* Аналогичный принцип возбуждения электромагнитного излучения используется в генераторных лампах СВЧ диапазона: магнетронах и клистро-нах.— *Прим. ред.*



скольких киловольт, можно выйти в область дальнего ультрафиолета, однако в ИК-области напряжения будут слишком малы, чтобы обеспечить достаточную эмиссию электронов. Поэтому цеолампу скорее можно считать удобным перестраиваемым источником излучения видимого и ультрафиолетового диапазона.

Цеолампа как цветомузыкальная установка



Звучащая тарелка переливается всеми цветами радуги: от фиолетового в верхнем положении до красного — в нижнем. В действительности же наличие высших гармоник приведет к еще более красочным зрелищным эффектам.

Комментарий Дедала

Это изобретение не блещет новизной, как мне казалось вначале. Позднее я обнаружил, что аналогичный принцип используется в генераторе длинноволнового ИК-излучения Смита — Парселла (*Physical Review*, 92, 1953, p. 1069). В этом приборе электронный луч направляется вдоль поверхности дифракционной решетки с большой плотностью штрихов. Однако расстояние между штрихами дифракционной решетки гораздо больше, чем период решетки цеолита, поэтому источник Смита — Парселла пригоден только для дальней ИК-области. Кроме того, излучение здесь генерируется только на поверхности, в то время как цеолампа генерирует свет во всем своем объеме.

Двоичные биоритмы

Внутри каждого из нас «тикают» биологические часы, управляющие циклическостью нашего сна и бодрствования (см. [11], [12]). Этот суточный ритм обычно синхронизирован со сменой дня и ночи, но не абсолютно постоянен. Он может нарушаться, например, при перелете из одного часового пояса в другой. Во время полярной ночи или полярного дня продолжительность «суточного цикла» также может изменяться. У Дедала возникла мысль, что продолжительность биологических циклов определяется частотой пульса, как ход часов определяется частотой колебаний маятника, и теперь он пытается проверить свою идею. Самый простой способ деления — это деление на 2; 17 последовательных делений числа сердечных сокращений на 2 дают частоту, очень хорошо соответствующую суточному ритму. Дедал утверждает, что развитие и старение организма — естественные биологические периоды человеческой жизни — определяются через суточный ритм по точно такому же принципу. Так, 12 последовательных делений суточного ритма на 2 начиная от момента рождения, определяют наступление зрелости; разделив на 2 еще раз, мы получим срок наступления менопаузы у женщин, еще одно деление на 2 обычно оказывается роковым. Самое интересное заключается в том, что большинство делителей частоты может быть привязано не к основной частоте задающего генератора, а к ее первой гармонике — тогда выходная частота увеличивается вдвое. Наоборот, если привязать их к половинной частоте задающего генератора, то выходная частота уменьшится вдвое. Таким образом, хотя суточный биоритм решительно сопротивляется попыткам несколько ускорить или замедлить его, увеличить или уменьшить его вдвое будет совсем нетрудно*.

В соответствии с этими выводами Дедал планирует произвести революцию в деле вос-

питания и обучения, используя возможность управления биологическим суточным циклом. Он проектирует школы и жилые дома, в которых с помощью искусственного освещения продолжительность дня и ночи можно либо вдвое сократить, либо вдвое увеличить. Биоритмы детей легко синхронизируются с продолжительностью таких искусственных суток. Растянутый ритм будет идеален для этапа овладения языком в возрасте трех — пяти лет, а также для «интеллектуального всплеска» в четырнадцать — пятнадцать лет, т. е. в те периоды, когда можно было бы достичь гораздо больших успехов, будь на то больше времени. Наоборот, ускоренный ритм позволит быстрее пережить «трудный возраст» и период капризов полуторагодовалых младенцев.

Полезным окажется применение этого принципа и в другие периоды жизни: таким образом можно сократить продолжительность «кризиса середины жизни» или продлить поздний подъем творческих способностей у людей пожилого возраста. Дедал, однако, подозревает, что прожить всю жизнь на половинной скорости и благодаря этому дожить до 140 лет или, запустив биологические часы вспять, вернуться в детство все-таки не удастся.

New Scientist, August 14, 1974.

Из записной книжки Дедала

Действие большинства цифровых часов основано на двоичном делении частоты задающего генератора с помощью цепочки триггеров. Из нервных клеток нетрудно построить схему, аналогичную по своему действию триггерному делителю частоты. Если бы организму требовался точный датчик времени, то он мог бы воспользоваться этим принципом. Но делает ли он это?

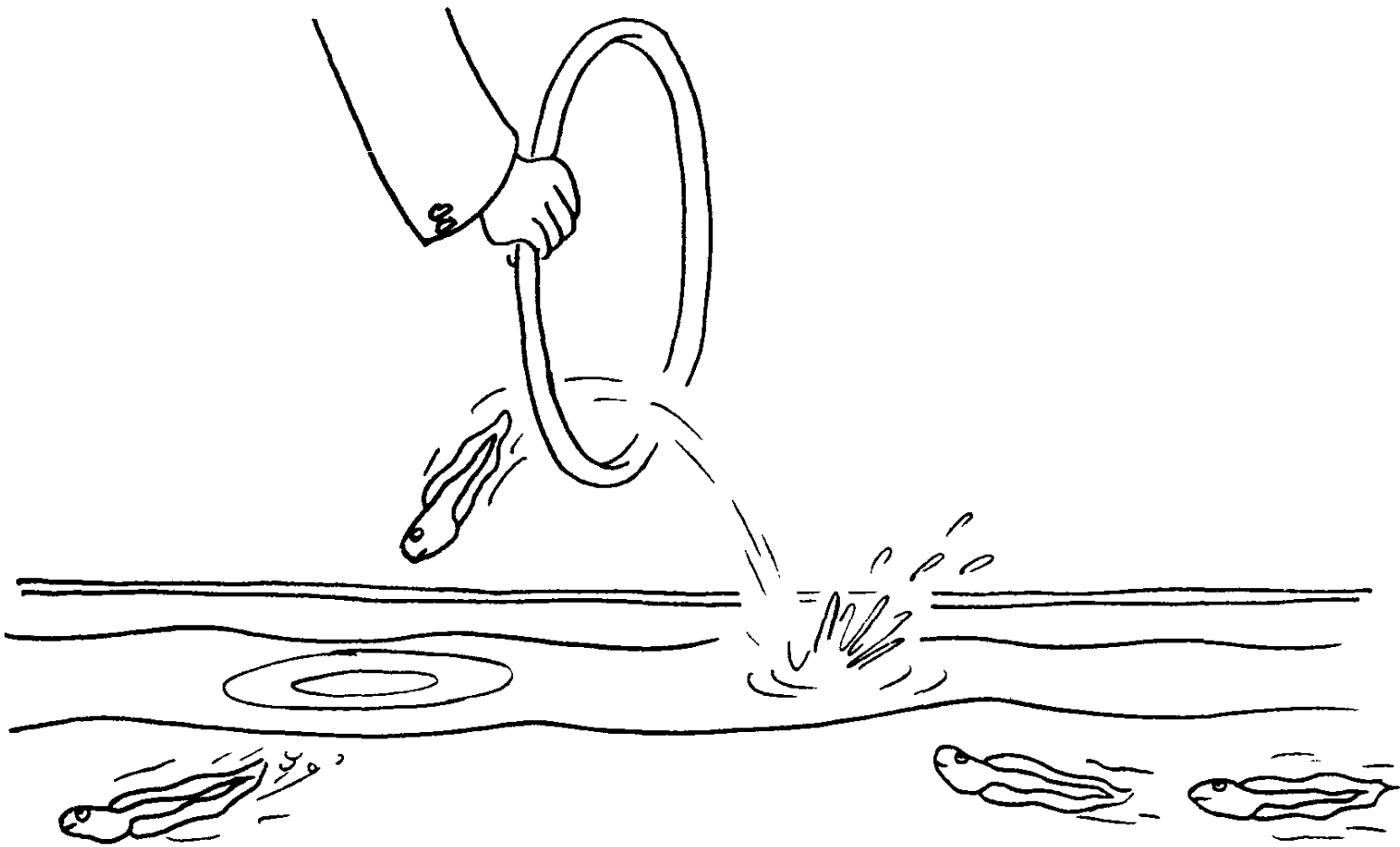
В животном мире рекорд точности отсчета времени принадлежит цикаде, которая проводит 16 лет под землей в виде личинки и только на 17-й год превращается во взрослое насекомое. Ясно, что здесь не обходится без цифровых ча-

* На крупных птицефермах нередко используют искусственные 12-часовые сутки: «день» и «ночь» делятся по шесть часов. При таком режиме куры несутся в два раза чаще. — *Прим. ред.*

сов. Сторонники теории биоритмов утверждают, что в момент рождения человека вступают в действие три различных биологических цикла, повторяющиеся с точной периодичностью до конца жизни: интеллектуальный цикл продолжительностью 33 дня, эмоциональный — 28 дней и физический — 20 дней. Точность такого порядка может обеспечиваться тоже только цифровыми часами.

Попробуем разобраться, что лежит в основе этих циклов. На роль эталонной частоты хорошо подходит частота альфа-ритма мозга, составляющая 10—11 Гц. Три последовательных деления на 2 дают нам 1,3 Гц, или 80 ударов в минуту, — «цифровое» значение пульса. Семнадцать последовательных делений этой частоты на 2 дают суточный ритм: $1,3 / (2^{17}) = 10^{-5}$ Гц, или один цикл за 28 ч. Это неплохое приближение для естественного суточного ритма. Людям, которым приходилось многие недели проводить в

пещерах, всегда казалось, что они находились там меньше дней, чем на самом деле. Из этого можно заключить, что «естественный» биологический цикл длиннее земных суток. В нормальных условиях биологический «задающий генератор» немного сбивается, приноравливаясь к смене дня и ночи. С точностью до одного дня мы можем получить частоту интеллектуального биоритма, разделив реальный суточный ритм на 2^5 , а 20-дневный физический цикл — разделив естественный 28-часовой суточный ритм на 2^4 . Двадцативосьмидневный эмоциональный ритм получается как половина суммы частот интеллектуального и физического ритмов: $1/2(33 + 20) = 26,5$. Во всех этих расчетах, конечно, немало натяжек. Биологической «электронике» не нужна излишняя точность: она должна обладать гибкостью и способностью приспосабливаться к внешним условиям. Так что сторонники теории биоритмов явно переоценивают ее возможности.



Специалисты по биоритмам фирмы КОШМАР достигли немалых успехов в своих попытках затормозить развитие различных животных и тем самым продлить период «юности», когда животные наиболее восприимчивы к обучению. После семи лет тренировок головастики научились плавать строем и прыгать через обруч.

Похоже, что американская фирма «Контрол дейта корпорейшн», производящая компьютеры, серьезно относится к биоритмам (*New Scientist*,

Jan. 1, 1981, p. 38). Однако существует и более скептическая точка зрения (*Archives of General Psychiatry*, 35(1), 1978, p. 41, *New Scientist*, March 20, 1980, p. 926).

Магнитный «мех»

Архитекторам, занимающимся проблемами теплоизоляции зданий, следовало бы поучиться у природы. Теплоизоляционный слой должен находиться не с внутренней стороны стен и не в стенах, а снаружи. В этом случае кирпичная кладка, обладающая большой тепловой инерцией, будет сглаживать суточные колебания температуры внутри помещения. В идеале наружное покрытие стен должно также обладать водоотталкивающими, звукопоглощающими, декоративными и защитными свойствами. Построить мохнатое здание, однако, не так просто. Покрытие из стекловаты слишком незелегантно, а электростатический метод, применяемый при изготовлении искусственного меха, слишком сложен. Биологи фирмы КОШМАР подыскивают газонную траву, которую можно было бы выращивать на стенах как своего рода растительный «мех». Но есть опасения, что трава, как и плющ, будет со временем разрушать кирпичную кладку.

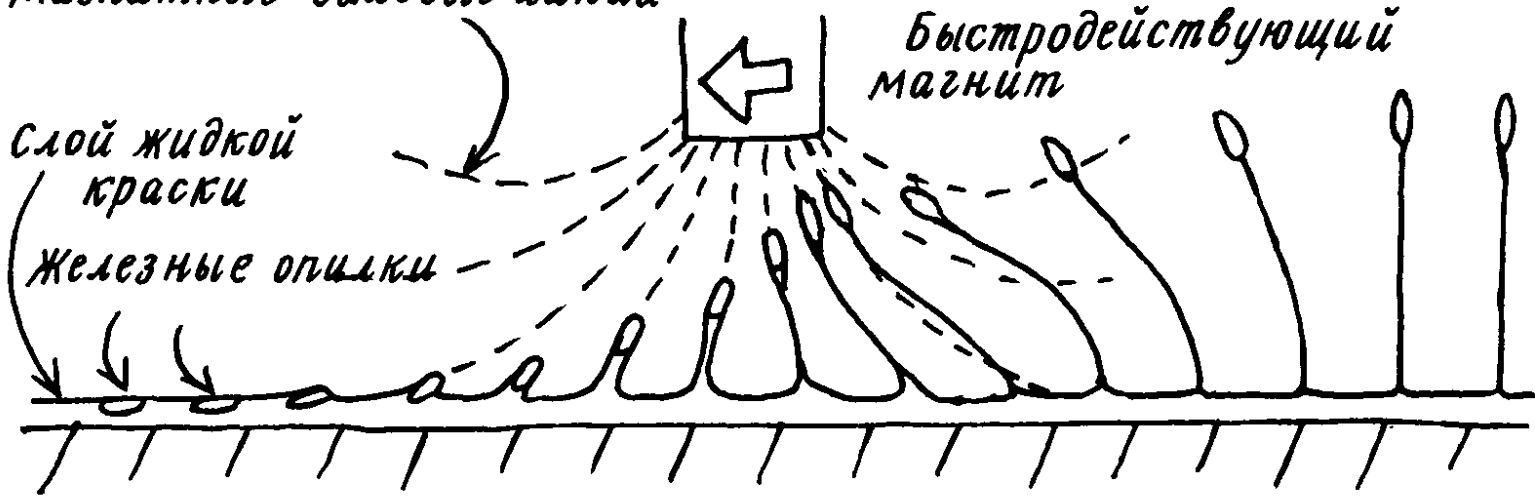
По мнению Дедала, решение проблемы дает новая магнитная краска. Она представляет собой взвесь железных опилок в нитролаке. Краску наносят на поверхность и над слоем свежей краски проводят мощным магнитом. Опилки притягиваются магнитом и вытягивают за собой ниточку лака. Нить очень быстро затвердевает, и стена оказывается покрытой длинным ворсом. Такое покрытие, которому можно придать любую окраску, не только обладает прекрасными теплоизоляционными звукопоглощающими свойствами, но и очень привлекательно на вид. Зеленый домик отлично впишется в сельский пейзаж, радуя глаз колышущимся на ветру мохматым покровом. Даже в городах «пушистые кварталы» будут выглядеть гораздо эстетичнее нынешних. Дома можно раскрашивать «под зебру», «под жирафа», изобретать любые орнаменты. И архитектура в целом

обогатится новой невиданной мягкостью цветов, линий и поверхностей. Дедал также намеревается применить свое изобретение для решения более частных проблем. Нет сомнения, что огромным спросом будет пользоваться средство против облысения КОШМАР (наносится на лысину и укладывается в прическу магнитом; новые волосы держатся не хуже старых!). Подобное же средство надежно защитит полярников от холода и поможет специалистам по приматам войти в более тесный контакт с обезьянами.

Дедал догадывается, однако, что названные применения не исчерпывают всех возможностей нового покрытия. Железные опилки на кончиках волокон можно отклонять магнитным полем. Таким образом, магнитный «мех» может стать первым управляемым теплоизолятором. Теплоизоляционными свойствами мохнатого дома или махровой рубашки можно будет управлять при помощи магнитного поля, создаваемого системой электрических приводов. В жаркую погоду термостат включает ток и ворс приглаживается; в холодную погоду ворс взъерошивается и его теплоизоляционные свойства улучшаются. Дом будет приспосабливаться к изменениям погоды, а владелец рубашки на собственном опыте ощутит все прелести автоматической терморегуляции, существующей у кошек и других животных. Если рубашка будет покрыта ворсом и с изнанки, то движением ворса на отдельных участках можно будет управлять со спрятанного в рукаве пульта, и владелец рубашки сможет в любой момент дистанционно почесаться там, где на людях это сделать неприлично. Такая рубашка хороша и для плавания, поскольку она способна загребать воду своими ворсинками, как бактерии ресничками. После купания рубашка сама стряхнет с себя воду и мгновенно станет сухой.

Изготовление магнитного ковра

Магнитные силовые линии



1. Опилки притягиваются магнитом

2. Нити краски затвердевают

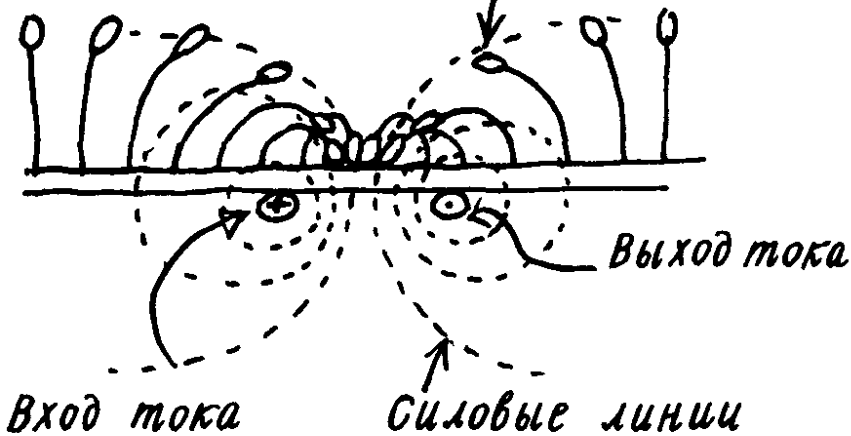
3. Окончательный вид ковра

ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКИЙ КОВЕР

Волны, вызванные электрическим током, движутся по коврам

Вблизи пары токонесущих проводников ворс пригибается

Железная головка ворсинки



Пары проводов под ковром поочередно подключаются к источнику напряжения

Что еще более интересно, магнитные волокна могут вибрировать в переменном магнитном поле с частотой вплоть до верхней границы звукового диапазона. Рубашка-громкоговоритель со встроенным в воротник микрофоном и усилителем пригодится ораторам; по этому же принципу можно изготовить и громкоговорящие обои. Колебания магнитных ворсинок передаются воздуху за счет вязкого трения и создают однородное ненаправленное звуковое поле. Подавая на различные участки стены разные сигналы, можно добиться подлинно

объемного звучания. В качестве других применений этого замечательного изобретения можно назвать магнитную зубную щетку, которая сама чистит зубы, и перистальтический ковер. В основу этого ковра вплетены управляющие провода, создающие на ворсе бегущую волну, которая уносит пыль и мелкий мусор к миниатюрному мусоросборнику. Такой ковер избавит хозяйку от многих забот, но вряд ли придется по душе кошкам.

New Scientist, June 6, 13, 1974.

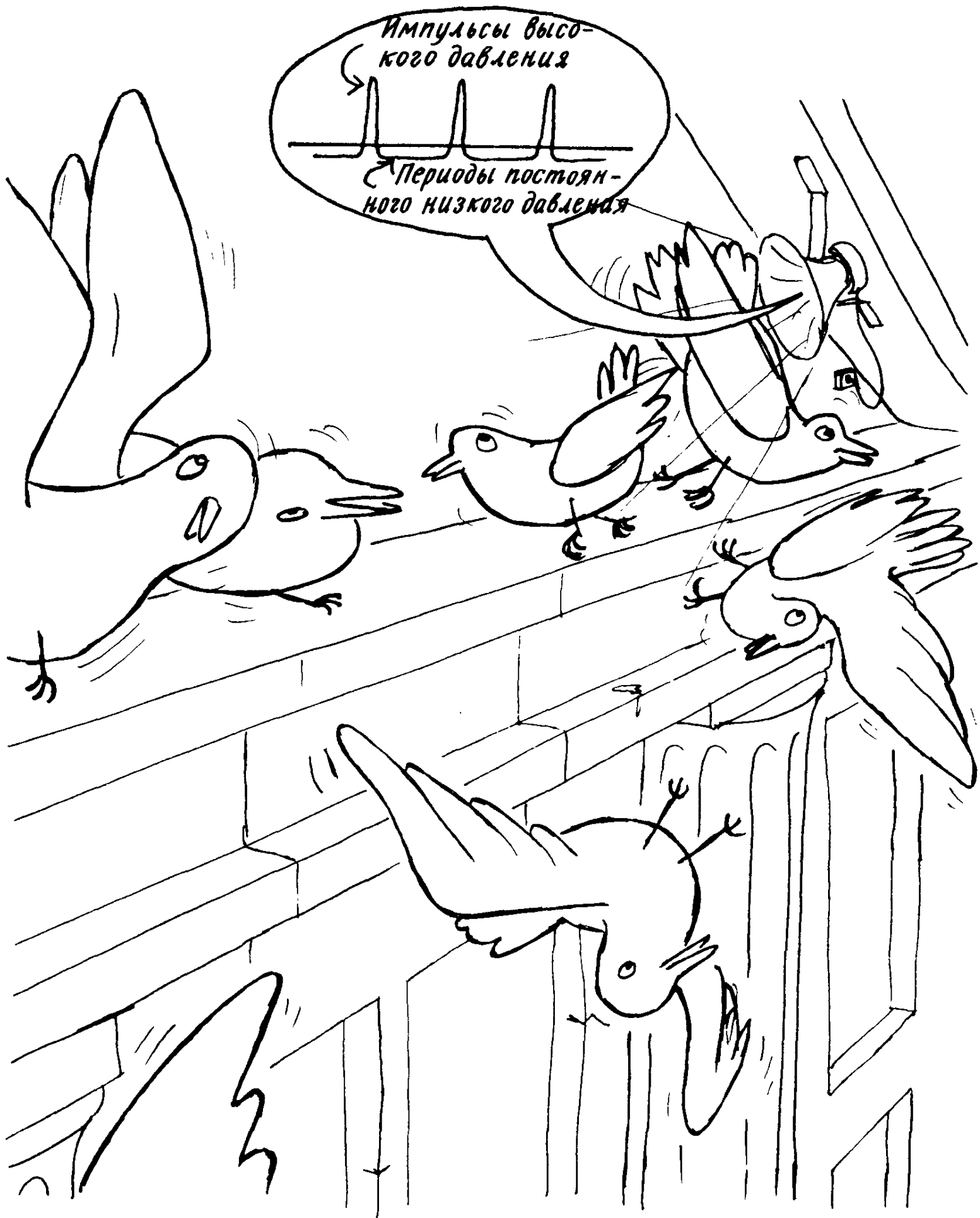
Головокружительный звук

Человеческое ухо выполняет одновременно две функции: оно является органом слуха (кортиева орган, улитка) и органом равновесия (полукружные каналы). Воспринимаемый нами звук должен возбуждать колебания как в кортиевом органе, так и в полукружном канале — почему же при громком звуке мы не теряем равновесия? Высокочастотные звуковые колебания, говорит Дедал, не могут возбудить колебания жидкости в полукружном канале. А что если создать сильно асимметричный звуковой сигнал, в котором короткие импульсы повышенного давления чередуются с длительными периодами низкого давления? По мнению Дедала, такой сигнал не будет гаситься в лабиринте, а сможет раскачать жидкость в полукружных каналах. Вязкая жидкость будет реагировать только на продолжительные импульсы.

Вначале Дедал сомневался в правильности этого вывода. В акустических лабораториях очень часто используют сигналы такой формы, но никто не хватается за голову и не валится с ног. Потом Дедал вспомнил, что усилители, громкоговорители, да и сами уши вносят существенные фазовые искажения в сигнал. Все гармонические составляющие исходного сигнала, определяющие его слуховое восприятие, сохраняются, однако форма сигнала чаще всего не имеет ничего общего с исходной. Поэтому инженеры фирмы КОШМАР работают над созданием специальных генераторов, пытаясь по-

добрать такую форму исходного звукового сигнала, чтобы после всех изменений он приходил в лабиринт именно в том виде, который необходим для возбуждения колебаний жидкости в полукружных каналах. Чувство равновесия нарушится, человек почувствует головокружение и упадет. Это жуткое, но безвредное оружие будет идеальным средством усмирения бушующей толпы, деморализации солдат противника; вообще с помощью такого устройства можно заставить любого человека прекратить любую деятельность и судорожно заняться поиском опоры. Однако «тактическая ценность» этого оружия несколько снижается из-за того, что оно в равной мере поражает обе стороны. «Головокружительный звук» меньшей интенсивности, вызывающий лишь слабое замешательство, будет как нельзя кстати для композиторов-авангардистов, все еще не теряющих надежды покорить буржуазную аудиторию. Головокружительный ультразвук мог бы делать свое черное дело, оставаясь незаметным для слуха. У наркологов появится способ действовать на расстоянии на алкоголиков и наркоманов, вызывая у них головокружение и тошноту в тот самый момент, когда они попытаются предаться своим порокам.

Впрочем, аналогичный принцип можно использовать и для достижения обратного эффекта. Почему обязательно обманывать чувство равновесия, не лучше ли помочь ему? Мож-



Использование головокружительного звука дает нам гуманный способ борьбы с засиживанием голубями общественных зданий: птицам не удается удержаться на узких карнизах.

но придумать некий аналог слухового аппарата, который подавал бы во внутреннее ухо более точную и подробную информацию для органов равновесия. Такой аппарат принесет огромную пользу старикам и людям с нарушенной координацией. Этот прибор позволит не только восстановить утраченную координацию, но и значительно улучшить ее по сравнению с нормальной. Дело в том, что в отличие от бинаурального слуха, способного создавать эффект объемного звучания, наличие парных вестибулярных органов не дает «объемной» информации о равновесии. Вестибулярный аппарат определяет скорость вращения головы относительно некоторой оси, но не способен определить центр вращения. Подавая в вестибулярный аппарат искусственно усиленный сигнал разбаланса, мы позволим ему определять не только угловые ускорения по трем измерениям, но и мгновенные центры вращения. Соответственно Дедал разрабатывает стереошляпу, оснащенную современными чувствительными акселерометрами. Этот прибор измеряет угловые скорости и ускорения, определяет мгновенные центры вращения и через наушники передает сигнал разбаланса (закодированный в виде ультразвуковых колебаний определенной формы) в правое и левое ухо по отдельности. Наушники не мешают

нормально воспринимать окружающие звуки, но обладатель стереошляпы приобретет качественно новое чувство координации. Легкость, с которой мы учимся ездить на велосипеде, доказывает, что человек без труда овладевает новыми для себя навыками балансировки, так что обладатель стереошляпы быстро научится пользоваться ею чисто рефлекторно.

Появится новое поколение танцовщиков, канатоходцев и эквилибристов. Граждане преклонного возраста смогут ходить по проволоке; возникнут новые виды спорта; наша жизнь обогатится новыми ощущениями. Более того, к стереошляпе можно будет подключать выносные датчики. Летчик сможет непосредственно ощущать поведение своей машины даже в тумане или в темноте; он как бы сольется с самолетом и будет вести его инстинктивно и безошибочно. Космонавты, страдающие в невесомости от расстройства вестибулярного аппарата, получают надежное средство инерциальной навигации. Стереошляпа Дедала исцелит и страдающих от морской болезни, если подключить к ней навигационный гироскоп. А при острых отравлениях стереошляпа поможет мгновенно очистить желудок, направив в уши искаженный сигнал.

New Scientist, November 16, 23, 1978

Макинтош для микробов

Специалисты по генной инженерии утверждают, что микробы — если ввести в них хромосомы подходящие гены — могут синтезировать любые органические вещества, в том числе и ценные лекарства. Но чтобы выделить эти вещества и ввести их пациенту, требуются сложные процессы выращивания штаммов, очистки, упаковки и т. п. Дедал изобрел покрытие для микробов, позволяющее упразднить все эти стадии. Дело в том, что микробы нельзя непосредственно вводить в организм, так как он начинает яростно сражаться с ними, а они в

ответ ожесточенно размножаются. А если окружить микроб тонкой полимерной пленкой? Иммунная защита организма, вступающая в действие при проникновении в него чужеродных белков, не работает. Если же пленку сделать проницаемой для воды, питательных веществ и продуктов метаболизма, то микробу будет обеспечено вполне сносное существование. Делиться он не сможет за неимением достаточного свободного пространства. Поскольку микробы, как предполагается, бессмертны, находясь в оболочке, они будут выделять в кровь

пациента лекарственное вещество неопределенно долго — по крайней мере до тех пор, пока не разрушится оболочка*. Организм же мгновенно справится с беззащитным микробом-одиночкой.

Биохимики фирмы КОШМАР разрабатывают катализаторы процесса полимеризации, которые адсорбируются на стенках клетки и позволяют формировать защитную оболочку микроба прямо из раствора подходящего мономера. Как только это удастся сделать, фирма собирается приступить к испытанию на добровольцах микробов в оболочке, вырабатывающих инсулин, интерферон, антибиотики и другие лекарства. Одна инъекция будет действовать в течение многих месяцев. Этот метод позволит использовать и такие лекарственные вещества, для которых неприемлема обычная процедура приготовления и консервации. В этой связи Дедал вспоминает, что никотин может поступать в организм только при курении потому, что на воздухе он быстро разрушается. И лишь путем быстрой возгонки никотина из табака и последующей ингаляции можно ввести в легкие достаточное для курящего количество никотина. Микробы же, циркулирующие в крови и непрерывно выделяющие свежесыработанный никотин, могут доставлять курящему постоянное удовольствие, в то же время избавляя его от риска заболеть раком легких, а всех прочих от запаха табачного дыма!

New Scientist, February 5, 1981

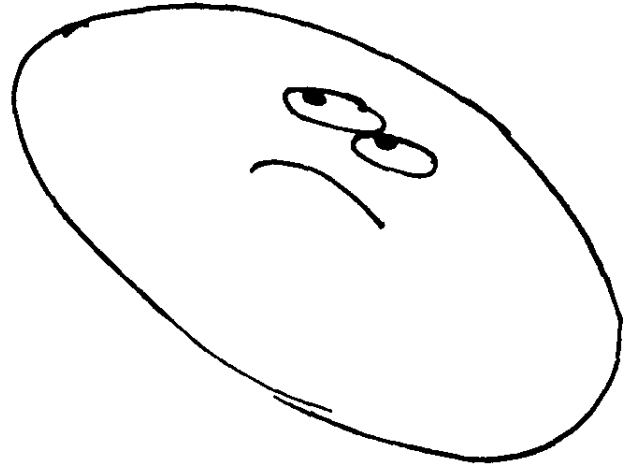
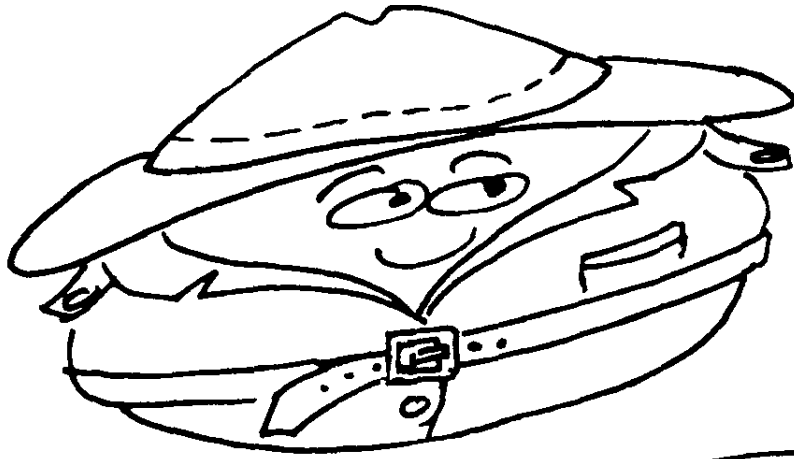
Из записной книжки Дедала

Могут ли микробы существовать в полимерной оболочке? По-видимому, да, если верить работе С. Апдайка, Д. Харриса и Е. Шраго (*Nature*, 224, 1969, р. 11—22). Эти авторы помещали *Tetrahymena pyriformis* и *Escherichia coli* в растворы акриламида и под действием излучения производили полимеризацию мономера. Не-

счастные *Tetrahymena pyriformis* после этого еще долго бились в своих тесных клетках. Они продолжали жить в течение нескольких дней (не более пяти), хотя вряд ли могли питаться полиакриламидом. В тонких проникаемых оболочках микробам было бы, наверное, гораздо легче выжить. Будет ли полимерная оболочка достаточно проникаемой для воды, кислорода, продуктов жизнедеятельности и т. п.? Допустим, что мы имеем дело с кишечной палочкой *Escherichia coli*, имеющей диаметр, скажем, 3 мкм (радиус $1,5 \times 10^{-6}$ м). Тогда площадь ее поверхности равна $A = 4\pi r^2 = 2,8 \times 10^{-11}$ м², а объем $V = 4\pi r^3/3 = 1,4 \times 10^{-17}$ м³. Полиэтиленовая пленка толщиной 25 мкм обладает по отношению к водяному пару проницаемостью, равной 2×10^{-7} кг/м²·с, когда значения относительной влажности по разные стороны пленки отличаются на 75%. Можно ожидать, что проницаемость пленки толщиной 1 мкм будет примерно в 25 раз выше и такая пленка сможет пропускать $k = 25 \times 2 \times 10^{-7}$ кг/м²·с, или 5×10^{-9} м³ воды на 1 м² поверхности за секунду. Тогда кишечная палочка в полиэтиленовом «плаще» толщиной 1 мкм сможет прокачивать сквозь оболочку объем воды, равный ее собственному объему, за время $t = V/kA = 1,4 \times 10^{-17} / (5 \times 10^{-9} \times 2,8 \times 10^{-11}) = 100$ с. Для молекул более крупных, чем молекулы воды, интенсивность обмена окажется ниже. Однако совершенно ясно, что с проницаемостью проблем не возникнет: всегда можно модифицировать полимер и сделать его проницаемым для инсулина и других белковых молекул.

Какие вещества могут производиться бактериями, введенными в организм, с наибольшей пользой? Прежде всего, конечно, лекарства, которые вводятся в малых дозах на протяжении длительного курса лечения: инсулин, гормональные препараты, трайквилизаторы. Кроме того, витамины — они не вырабатываются в нашем организме, и было бы очень удобно, если бы их постоянно производили бактерии. (Для выработки ощутимого количества алкоголя микроорганизмов потребовалось бы слишком много.) Еще идея: заставить бактерии вырабатывать пенициллин. Этот антибиотик

* Пролонгирование действия лекарственных веществ методом микрокапсулирования применяется довольно широко. Таким путем можно вводить и микроорганизмы. Интересен, пожалуй, сам способ создания оболочки, предложенный Дедалом.—
Прим. ред.



опасен для бактерий только при их размножении. А пока микроб остается в своей оболочке, он неуязвим. Когда же оболочка

разрушится и бактерия получит возможность делиться, ее убьет выработанный ею же пенициллин.

Побывав как-то на нескончаемо длинной и скучной научной лекции и вдоволь настрадавшись от долгого сидения в неудобном современном кресле, Дедал приступил к разработке динамической теории комфорта, которая, по его мнению, призвана произвести революцию в области конструирования мебели. Как считает Дедал, человек, сидя долго даже на самом удобном стуле, утомляется из-за длительного однообразия ощущений. Нервы и мускулы требуют разнообразия, а статическая нагрузка, как бы равномерно она ни была распределена, не может долго создавать ощущение комфорта. Ерзая на стуле, мы пытаемся разнообразить нагрузки — но безуспешно. Поэтому Дедал разрабатывает динамическое кресло, сиденье, спинка и подлокотники которого состоят из большого числа независимых элементов, совершающих медленные нерегулярные движения, что разнообразит нагрузки на прикасающиеся с креслом части тела. Изменяется даже фактура сиденья, ибо оно изготовлено из большого числа тонких трубочек, покрытых различными материалами и периодически накачиваемых воздухом. Наконец-то удастся совместить достойную позу и комфорт!

Фирма КОШМАР рассчитывает на большой сбыт своей новинки школам, конференц-залам, авиакомпаниям под лозунгом «креслодин — стул, который ерзает за вас». Аналогичным образом можно обеспечить комфорт и другим частям человеческого тела. Как известно, солдатам часто приходится стоять по стойке смирно довольно длительное время. Специально для них фирма КОШМАР разработала модель сапог с автоматически изменяющейся высотой каблука, в которых ноги избавлены от длительного действия статической нагрузки и хорошо отдыхают. Нижнее белье, сконструированное по такому принципу, спасет человека от ощущения зуда и неудобства при продолжительном сидении в напряженной позе, скажем, во время деловых бесед или в парикмахерской. А человек, спящий на кровати фирмы КОШМАР, не будет совершать во

сне беспорядочных движений, а погрузится в глубокий безмятежный сон.

New Scientist, December 16, 1971

Комментарий Дедала

В очередной раз фирма КОШМАР выступила с идеей, которой позднее воспользовались другие. Различные конструкции динамических кроватей были впоследствии разработаны и запатентованы (немало таких конструкций описано в колонке «Рудименты мудрости» журнала *Observer Magazine*, May 4, 1975). А в печатном издании фирмы «Дюпон» *Elastomers Notebook* за декабрь 1978 г. об использовании эластичного полиэфирного материала «хайтрел» говорится следующее:

Пульсирующее сиденье уменьшает усталость водителей, обеспечивая нормальную циркуляцию крови в ягодицах и ногах. Подушка «Пульсейр», разработанная фирмой «Г. Кох энд саис» для летчиков ВВС США, была продемонстрирована в школе космической медицины ВВС в Бруксе. Недавно эту подушку стали использовать водители грузовиков. Подушка представляет собой тонкую оболочку из полиэфирного эластомера «хайтрел» фирмы «Дюпон», внутри которой имеется множество воздушных камер, наполняемых воздухом в течение 2 с с интервалом 6 с. Этим создается едва ощутимое волнообразное движение, которое мягко массирует мускулы и стимулирует кровообращение. При помощи реле времени подушка приводится в действие на 10 мин каждый час.

Американцы скопировали даже пневматический механизм моего креслодина.

Но фирма КОШМАР, как всегда, шагает впереди. Я пришел к выводу, что произвольная стимуляция недостаточна и что в динамическом кресле следует использовать принцип обратной связи. В кресле необходимо установить датчики, регистрирующие локальное подрагивание мускулов, которое свидетельствует об их утомлении. Тогда кресло начинает трансформироваться в поисках такой конфигурации, при которой подрагивание мускулов прекращается. Такое кресло поистине ерзает за вас.



До сих пор все попытки использовать солнечную энергию основывались на улавливании солнечных лучей. Дедал считает этот подход естественным, но довольно наивным. Для получения энергии требуется не только тепло, но и холод: в энергию преобразуется поток тепла, идущий от горячего тела к холодному. Поэтому во всяком тепловом двигателе можно найти не только «котел», но и «холодильник».

Хорошо известно, что КПД теплового двигателя зависит от разности температур между нагревателем и холодильником. Поэтому Дедал подыскивает хороший холодильник для солнечного теплового двигателя. Лучшим холодильником, конечно, является ночное небо: оно абсолютно черное и его радиационная температура близка к абсолютному нулю. Дедал планирует поместить конденсатор теплового двигателя в фокусе большого вогнутого зеркала, чтобы ночью в нем «собирался» весь холод ночного неба. Если изолировать конденсатор от воздуха вакуумной теплоизоляцией, прозрачной для тепловых лучей, то за счет радиационного охлаждения его температура может опуститься почти до абсолютного нуля. Такой холодильник можно использовать для сжижения воздуха и в качестве конденсатора теплового двигателя, нагреватель которого имеет нормальную температуру приземного слоя атмосферы. В такой конструкции не нужна ни сложная оптика, обычно используемая в гелиоустановках, ни следящая система, поскольку даже не слишком правильное вогнутое зеркало будет отражать ночное небо на охлаждаемый объект. В этой установке нагревателем служит сама Земля, а Солнце только греет Землю.

А чтобы эта система могла функционировать днем, Дедал изобрел еще антипарник. Это камера, изготовленная из черного полиэтилена или, скажем, из теллурида кадмия. Названные вещества непрозрачны для излучения видимого диапазона спектра, но пропускают длинноволновую радиацию, испускаемую объектами при нормальной земной температуре. Такой антипарник не пропускает внутрь солнечные лучи, но выпускает наружу тепло-

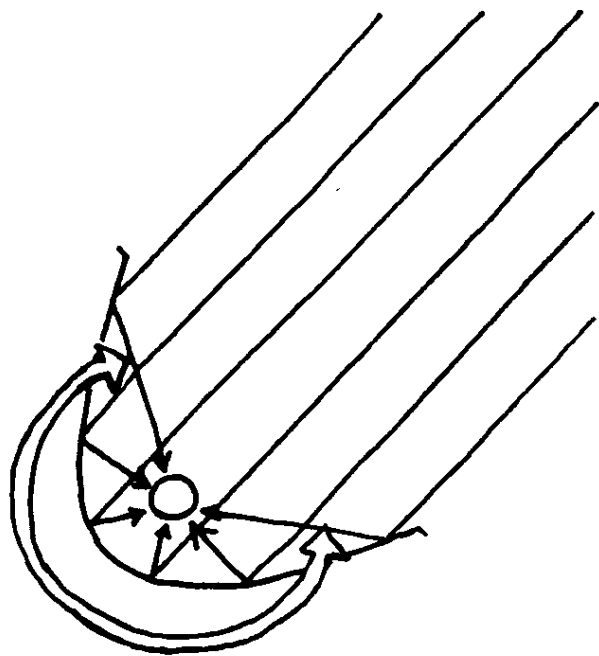
вое излучение; в результате помещенные в него объекты охлаждаются. Радиационная температура дневного неба также низка, поэтому объект, помещенный в антипарник, будет охлаждаться и днем, и ночью, т. е. холод в антипарнике будет вырабатываться постоянно.

New Scientist, March 3, 1966

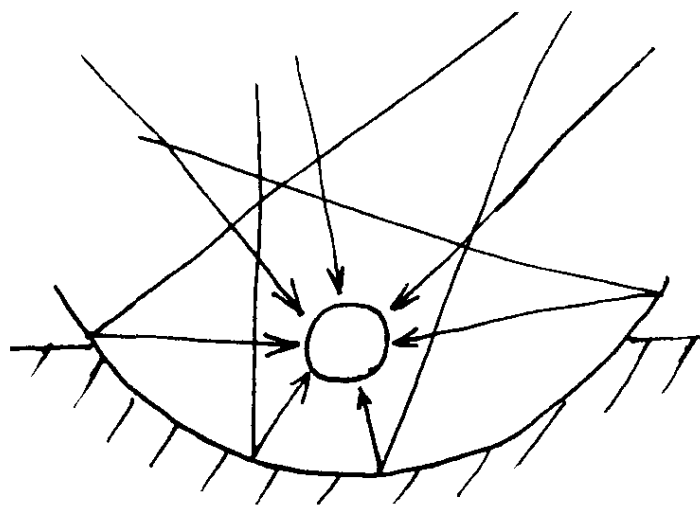
Комментарий Дедала

Простейшим вариантом антипарника, по-видимому, является естественная глубокая выемка в скальной породе, где собирается утренняя роса. В ясные ночи скала излучает тепло в холодное небо. Окружающий воздух при этом охлаждается и отдает свою влагу. Моя идея с зеркалом основана на том же принципе. Точно так же, как параболическое зеркало, направляя солнечные лучи со всех сторон на объект, раскаляет его докрасна, большое зеркало может «собрать» на объекте холод всего ночного неба. Требования к подобной оптической системе гораздо ниже, чем к гелиоконцентратору, а в применении к тепловому двигателю она может оказаться значительно более эффективной. Согласно теореме Карно, максимальный КПД любого теплового двигателя $\eta = (T_{\text{нагр}} - T_{\text{хол}}) / T_{\text{нагр}}$, где $T_{\text{нагр}}$ и $T_{\text{хол}}$ — абсолютные температуры соответственно нагревателя и холодильника. Ясно, что гораздо проще приблизить КПД к единице, уменьшая температуру холодильника, чем увеличивая температуру нагревателя. Для достижения КПД = 50% в обычном двигателе на солнечной энергии, холодильник которого имеет температуру окружающего воздуха (300 К), необходимо довести температуру нагревателя до 600 К. Если же температура нагревателя равна 300 К, то такой же КПД получается при температуре холодильника 150 К, т. е. при вдвое меньшей разности температур.

Естественным развитием идеи является антипарник, в котором используются не зеркала, а фильтры, отражающие солнечные лучи,

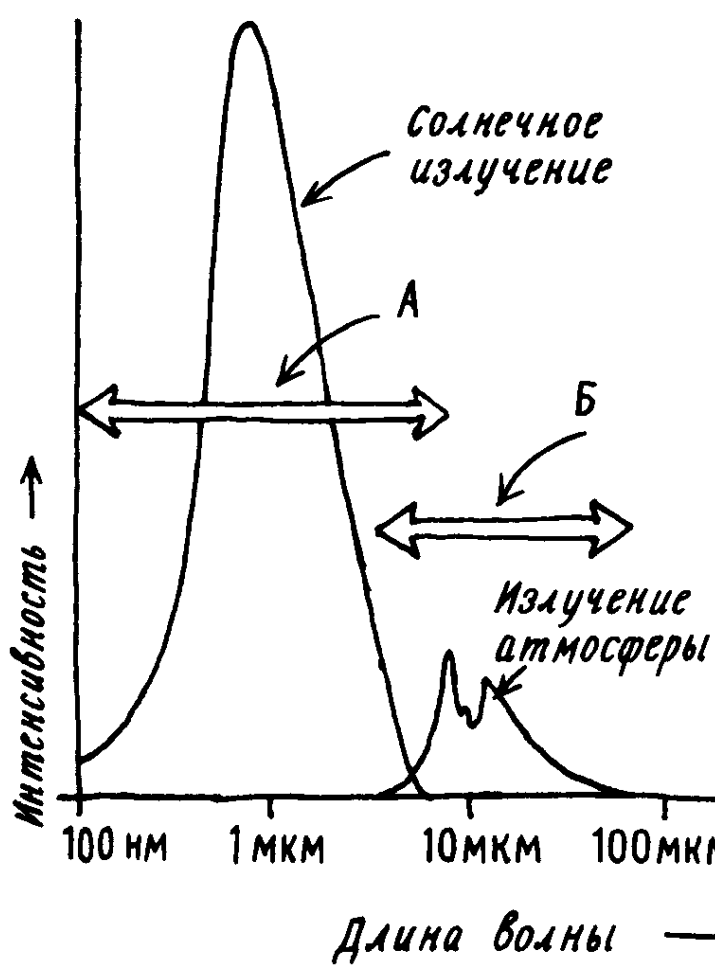


При использовании точного параболического зеркала небольшой объект освещается солнечными лучами со всех сторон



При помощи вогнутого отражателя произвольной формы большой объект можно "окружить" со всех сторон холодным небом

Спектр падающего излучения



Оптимальные фильтры для криогенного антипарника

А: Область отражения "дневного" фильтра

Б: Область отражения "круглосуточного" фильтра

В: Максимум излучения при 3 К

но пропускающие длинноволновое излучение. При хорошем подборе спектральных характеристик фильтров объект, помещенный в антипарник, будет охлаждаться не только ночью, но и днем. За время, прошедшее после опубликования моей заметки, антипарник действительно был построен и испытан (*Applied Energy*, 3, 1978, p. 267). Б. Бартоли и его сотрудники из университета в Неаполе разработали фильтры, намного превосходящие по своим характеристикам предложенные мной фильтры из теллурида кадмия. Они использовали полированный алюминий с тефларовым покрытием, прозрачным для видимого света и непрозрач-

ным в инфракрасном «окне» атмосферы (8—13 мкм). Падая на пластину, солнечные лучи отражаются от поверхности металла, не нагревая его. Пластина охлаждается, излучая в пространство тепло. Опытные образцы таких пластин днем и ночью имели температуру на 10°C ниже температуры окружающего воздуха — и это не предел. В принципе, комбинируя соответствующим образом зеркала и фильтры, можно охладить объект до температуры фонового космического излучения (3 К). Я с нетерпением ожидаю сообщений о дальнейшем развитии событий.

Гальванизированные растения

В конечном счете вся жизнь на Земле зависит от процесса фотосинтеза, происходящего в зеленых растениях; поэтому весьма огорчительно, что эффективность этого процесса составляет всего несколько процентов. Дедал отмечает, что скорость роста растений существенно ограничена медленным током питательных веществ в их тканях. Если бы удалось ускорить движение соков, переносящих питательные вещества от корней к листьям, то и все процессы жизнедеятельности растений протекали бы быстрее. Для этого Дедал намерен использовать явление электроосмоса — движение жидкости сквозь пористую среду под действием электрического поля. По расчетам Дедала, вертикально направленное электрическое поле напряженностью несколько киловольт на метр способно удвоить скорость движения соков в растениях. Для создания такой напряженности поля над травинкой потребуется напряженность в несколько сотен вольт, над колосом — несколько киловольт, над высоким деревом — сотни киловольт. Благодаря высокому электрическому сопротивлению растительных тканей ток утечки будет очень мал и потребляемая мощность составит всего несколько ватт. Ботаники фирмы КОШМАР устанавливают высоковольтные генераторы, питающиеся энергией ветра, на макушках сосен и натягивают над ними

паутину проводов (одновременно она может служить защитой от птиц). Это произведет революцию в сельском хозяйстве. Хлеба будут созревать в считанные недели, деревья вымахают за год в полный рост, и вообще наступит новая эра растительного изобилия.

Электрифицированными растениями будет очень легко управлять. Уменьшая напряженность, мы замедлим их рост; если изменить полярность напряжения, то рост остановится и растение как бы заснет; при достаточно высоком напряжении обратной полярности соки потекут вспять и растение погибнет. Очистить заросший сорняками участок можно будет, набросив на него металлическую сетку и подключив ее к источнику высокого напряжения, что позволит обойтись без применения химии. Используя электрифицированную сетку, мы сможем придавать живым изгородям любую желаемую форму, создавать настоящие зеленые скульптуры. А электрическая «газонрастилка» фирмы КОШМАР, представляющая собой просто металлический лист с отверстиями, который перемещают в нескольких сантиметрах над землей, обеспечит нам идеальный газон, покрытый травинками абсолютно одинаковой высоты.

New Scientist, January 15, 1981



Электрический садовник: фигурная сетка, находящаяся под напряжением, останавливает рост побегов, как только они касаются ее, придавая растению заранее заданную форму.

Из записной книжки Дедала

Соки поднимаются по стеблю растений вверх под действием осмотического давления, которое должно быть как минимум равно гидростатическому давлению (составляющему 1 атм на каждые 10 м высоты растения, или 10^4 Н/м² на метр). Чтобы заметно влиять на скорость движения соков, электроосмотическое давление должно иметь по крайней мере такой же порядок величины. Какое для этого потребуется напряжение?

Давление p Н/м², создаваемое разностью потенциалов V В в жидкости с относительной диэлектрической проницаемостью ϵ , заключенной в пористых капиллярах радиусом r , и при контактной разности потенциалов между жидкостью и пористой средой ζ В равно

$$p = 8V\zeta\epsilon\epsilon_0/r^2,$$

где $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ Ф/м — диэлектрическая проницаемость вакуума. Таким образом в растении с капиллярами радиусом 10 мкм ($r = 10^{-5}$ м), заполненными жидкостью с $\epsilon = 81$,

и при $\zeta = 0,05$ В электроосмотическое давление величиной 10^4 Н/м² будет развиваться при напряжении

$$V = pr^2/8\zeta\epsilon\epsilon_0 = 10^4 \times 10^{-10} (8 \times 0,05 \times 81 \times 8,85 \times 10^{-12}) = 3500 \text{ В} = 3,5 \text{ кВ}.$$

Следовательно, для заметного ускорения движения соков в растениях понадобится разность потенциалов в 3,5 кВ на каждый метр высоты растения. Какая при этом потребуется мощность?

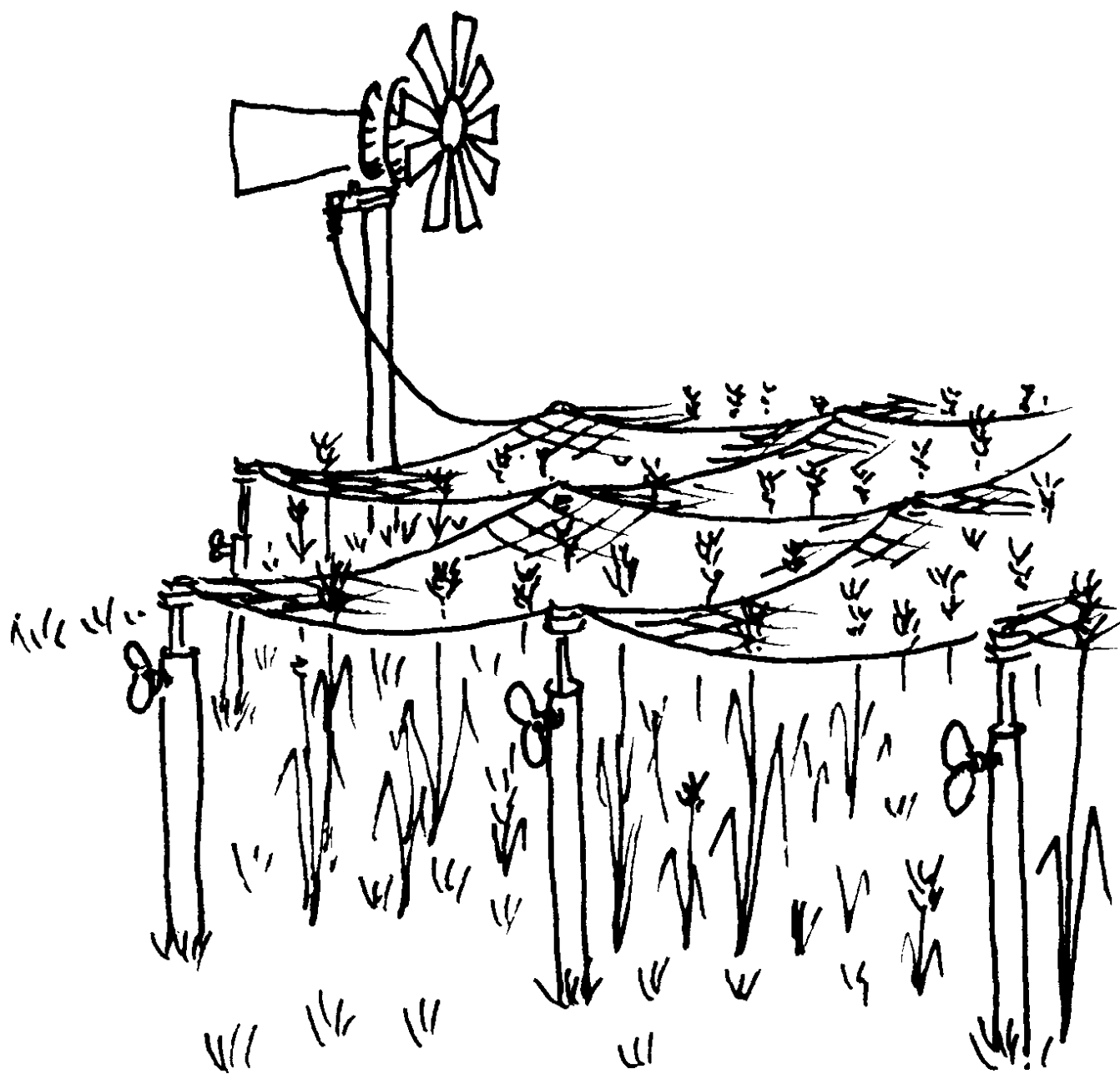
Удельное электрическое сопротивление сухой древесины составляет 10^8 — 10^{11} Ом·м; сопротивление живой растительной ткани, конечно, меньше: допустим, 10^6 Ом·м. Тогда сопротивление ствола дерева радиусом 5 см равно $R = 10^6/(\pi \cdot 0,05^2) = 1,3 \times 10^8$ Ом на метр длины. При разности потенциалов $E = 3,5$ кВ на этом сопротивлении рассеивается мощность $P = E^2/R = 0,1$ Вт (т. е. на дереве высотой 10 м рассеивается мощность 1 Вт). Величина тока составит $E/R = 30$ мкА. Мощности, рассеиваемые на мелких растениях, будут вообще мизерны: колос сечением 1 мм² будет потреблять мощность 13 мкВт на метр высоты при токе в 4 нА. Это вселяет надежду.

Комментарий Дедала

Вскоре после публикации моей заметки журнал получил письмо от читателя (*New Scientist*, Febr. 12, 1981, p. 456), обратившего наше внимание на две статьи В. Блэкмана, опубликованные еще в 1924 г. (*Journal of Agricultural Science*, 14, 1924, p. 240, 268). В этих статьях описывается положительное влияние высокого электрического напряжения на рост таких злаков, как овес и ячмень; при этом упоминаются все описанные мной атрибуты — металлическая сетка над растениями, постоянное (а не переменное) напряжение в несколько десятков киловольт, токи в миллиардные доли ампера на каждое растение. Скорость роста при таких условиях увеличивалась в среднем на 20%.

Опоздав со своим открытием на 60 лет, я нахожу утешение в том, что мне удалось подвести теоретическую основу под экспериментальный факт, казавшийся загадочным. Позднее были описаны другие опыты по изучению влия-

ния электрического поля на растения (*New Scientist*, Febr. 12?—№, p. 406; March 19, 1981, p. 741). Быть может, этот метод вновь привлечет внимание исследователей.



Электроосмотическое ускорение роста. Проволочная сетка, находящаяся под «ускоряющим» потенциалом, способствует дальнейшему росту достигших ее растений. Низкорослые растения, не достигающие до сетки, не испытывают ее благотворного действия.

Взлет и падение современной архитектуры

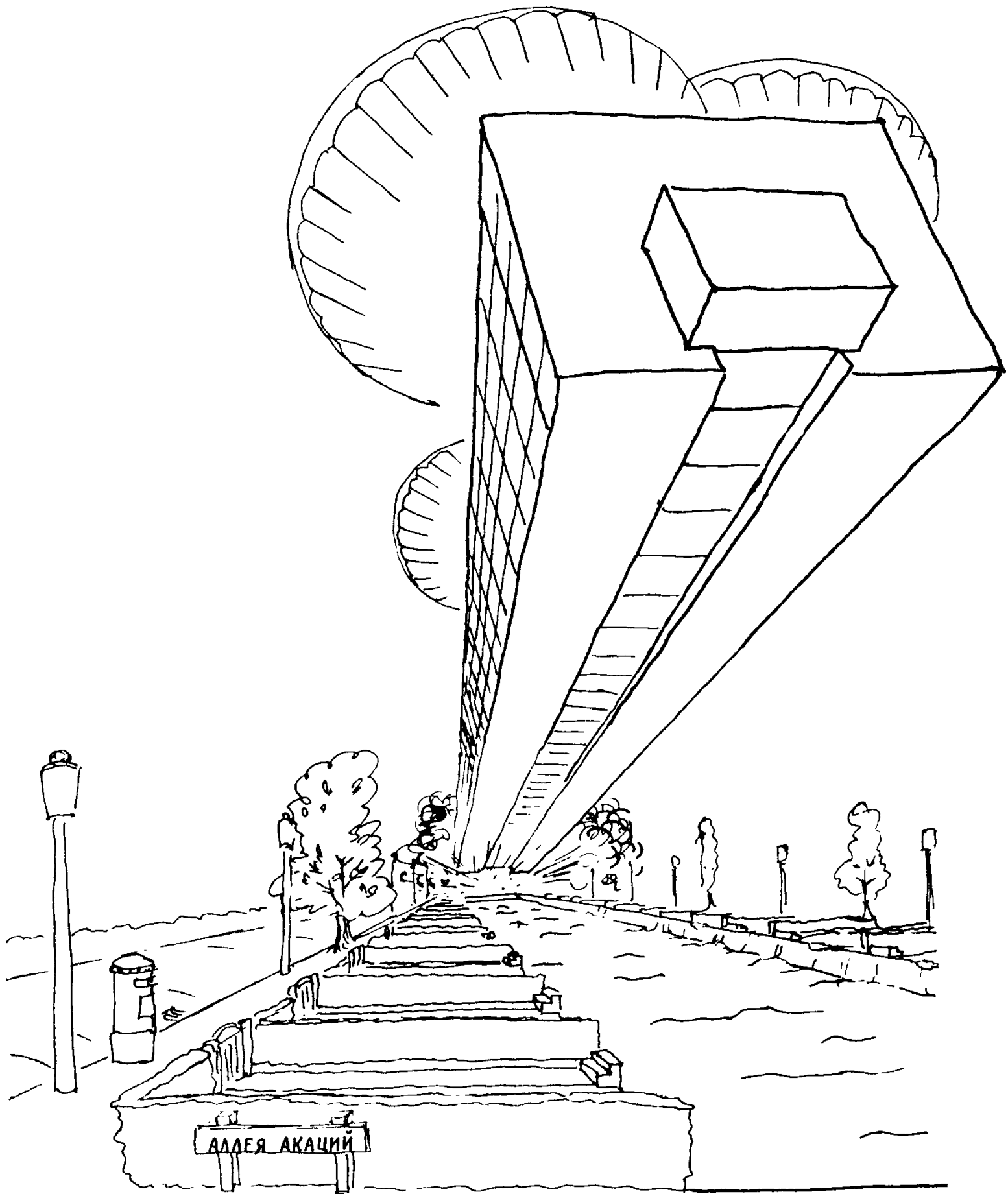
Дедал с интересом воспринял недавнее заявление архитектора Сейферта, строителя высотных зданий, который теперь отрекается от своих деяний и считает такое строительство социальным злом. Но что же делать с этими зданиями? Не взрывать же их динамитом! Дедал предлагает великолепное решение: не сносить, а валить. К счастью, Сейферт и его коллеги строили свои здания на открытых пространствах, где вполне достаточно места и для лежачего небоскреба. Поваленный небоскреб нетрудно трансформировать в сплошной ряд коттеджей, напоминающих о деревеньках, поглощенных в свое время городом. Конечно, нельзя просто так свалить здание, даже если «подместить» ему огромную надувную подушку. Не пройдет и привлекательная на первый взгляд идея заполнить здание гелием и плавно приземлить его, как гигантский аэростат: слишком велик вес небоскреба. Поэтому Дедал разрабатывает систему парашютов и тормозных ракетных двигателей, с помощью которой здание, окруженное развевающимся шелком и клубами дыма, будет бережно опрокинуто на землю.

Любопытные проблемы возникнут при перестройке положенного набок небоскреба. В квадратном лестничном пролете можно будет пользоваться одной половиной лестниц (только стороны ступенек поменяются ролями), а другую половину придется переделать. Лифты превратятся в горизонтальную внутреннюю железную дорогу, правда, двери ее «вагончиков» будут иметь устрашающее сходство с опускающимися решетками средневековых замков. Полы и потолки превратятся в стены, и наоборот; к счастью, благодаря геометрической правильности современных жилых помещений это не создаст больших проблем. Ванна и стенной шкаф поменяются ролями, а из унитаза получится отличный рупорный громкоговоритель. Много переделок потребует сантехническое оборудование; необходимо будет также сделать новые двери. Но новый уклад жизни в этих поселениях устранит разобщенность, свойственную жизни в высотных домах.

New Scientist, December 5, 1974

По своей структуре снег представляет собой удивительное вещество. Водяной пар в холодном воздухе, минуя стадию жидкости, превращается сразу в кристаллы снега, слой пушистых хлопьев которого является легчайшим звукопоглощающим и теплоизолирующим материалом. Какая жалость, что он тает уже при нуле градусов. Химики фирмы КОШМАР пытаются получить искусственный снег из веществ, пары которых способны конденсироваться сразу в твердую фазу. Они впрыскивают горячие пары иода, нафталина и хлористого аммония в большую холодильную камеру, надеясь получить эти вещества в виде снега. Но хотя нафталиновый снег отпугивает моль, а снег из иода имеет прекрасный фиолетовый цвет, в качестве конструкционных материалов они недолговечны: как и обычный снег, они постепенно сублимируются, превращаясь обратно в пар. Нам же необходимо, чтобы полученный снег затвердевал. Поэтому специалисты фирмы КОШМАР подыскивают мономер, который не только конденсируется из газообразного в твердое состояние, но и полимеризуется под действием ультрафиолетового излучения, превращаясь в устойчивую пластмассу. Это позволит получить нетающий при обычных условиях полимерный снег.

Новая технология произведет революцию в строительстве. Вместо того чтобы возиться с кирпичом, цементом, строительными лесами, достаточно будет возвести на строительной площадке большой надувной шатер. Внутри шатра генератор снега фирмы КОШМАР устроит искусственный снегопад. Хлопья искусственного мономерного снега толстым слоем укутают надувные каркасы. После этого включаются кварцевые лампы — снег полимеризуется и отвердевает. Из каркасов выпускают воздух и переносят их на следующий этаж. Дом из полимерного снега («полинглу») абсолютно водонепроницаем: водоотталкивающая поверхность полимера не позволит воде проникнуть в поры материала. В то же время стены этого дома будут «дышать» и внутри полинглу никогда не будет сырости и духоты. Более



того, Дедал утверждает, что вентиляционная система, засасывающая воздух прямо через пористые стены, будет также предотвращать утечку тепла, так что жильцам не придется платить за отопление.

New Scientist, March 9, 1978

Комментарий Дедала

Вскоре после публикации этой заметки Дж. Фолше сообщил в редакцию, что корпорация

«Юнион карбайд» уже более десяти лет выпускает конденсирующийся из пара полимер под названием «парилен» (полипараксилилен). Он также любезно прислал нам техническую документацию, из которой следует, что парилен не образует снега, а конденсируется в твердый монолитный продукт, абсолютно лишенный пор. Так держать!

Пикфикские записки

По мнению Дедала, система «Престел», предназначенная для передачи информации на экраны телевизоров, пока еще не вполне совершенна. Телевизионное изображение не положишь к себе на стол, чтобы проанализировать данные в спокойной обстановке, не подошьешь в папку. Эта информационная система останется несовершенной до тех пор, пока не будет изобретен способ получать устойчивую копию телевизионного изображения. Такой способ предлагает Дедал. Он обращает внимание на тот факт, что если охладить жидкокристаллический индикатор электронных часов или микрокалькулятора ниже температуры замерзания жидкого кристалла, то имевшееся на нем изображение зафиксировано. Далее. Изображение на телевизионном экране создается электронным лучом, и поэтому разные точки экрана имеют не только различную яркость, но и разный заряд. Следовательно, наложив на телевизионный экран жидкокристаллический индикатор, мы получим на нем то же самое изображение. Телекопировальная бумага фирмы КОШМАР «пикфикс» представляет собой просто тонкий слой жидкого кристалла с высокой температурой плавления, зажатый между листами токопроводящего поляроида. Достаточно прижать этот лист к телевизионному экрану, включить на короткое время нагреватель, и телевизионное изображение будет

перенесено на «пикфикс». После охлаждения изображение зафиксировано, и мы получим устойчивую копию.

Это оригинальное изобретение не только поднимет систему «Престел» на качественно новый уровень, но и позволит сэкономить немалое количество бумаги. Например, можно будет прекратить печатать газеты огромными тиражами, а просто ежедневно передавать по телевидению изображения газетных полос. Читатели смогут снимать копии с любого газетного материала и хранить их, сколько захочется. Один и тот же лист «пикфикса» можно использовать для получения копий неоднократно, подобно магнитной пленке в звукозаписи: при нагревании бумаги «пикфикс» изображение «стирается». Почтовое ведомство сможет предложить новый вид услуг: факсимильную передачу писем с помощью телевизора. Такие письма разумно будет передавать по телефонным линиям связи в ночное время, когда эти линии не загружены. Немало радости принесет это изобретение и поклонникам телезвезд — они получат возможность переснимать портреты своих кумиров прямо с экрана. Бумага «пикфикс» вообще станет универсальным носителем информации. На ней даже можно будет писать горячим электростатическим пером.

New Scientist, March 19, 1981

Жидкокристаллические соединения имеют две «точки плавления»: при температуре ниже нижней «точки плавления» они находятся в твердом состоянии, а выше верхней — представляют собой истинные жидкости. В интервале же между этими точками они находятся в промежуточном состоянии — в виде анизотропной жидкости с упорядоченной ориентацией молекул. Для бумаги «пикфикс» нам нужен жидкий кристалл, нижняя точка плавления которого несколько выше комнатной температуры (чтобы полученное изображение фиксировалось при нормальной температуре), но в то же время легко достигается при слабом нагревании. Для опытного образца подошел бы 4-метокси-4'-(н-бутил)-азоксибензол (нижняя точка плавления его соответствует температуре 42°C , а верхняя — 77°C).

Пожалуй, наиболее подходящими для наших целей будут нематические жидкие кристаллы, так как при их использовании для управления индикатором требуется минимальное напряжение: достаточно уже 5—10 В, а если подойти к делу с умом, то и меньше. В отсутствие электрического поля молекулы жидкого кристалла не обладают оптической активностью. Но если поместить нематический жидкий кристалл в электрическое поле, то плоскость поляризации проходящего через него света будет вращаться. Поместив жидкий кристалл между скрещенными поляроидами, мы сможем наблюдать изменение ориентации молекул кристалла под действием электрического поля. В отсутствие поля такой пакет непрозрачен для света — бумага «пикфикс» будет казаться черной. Если наложить такую бумагу на телевизионный экран, то электрическое поле, создаваемое электронным лучом, изменит ориентацию молекул и мы получим на бумаге позитивное изображение телевизионного кадра. Нетрудно создать и негативную бумагу «пикфикс» — для последующего размножения изображения фотографическим способом.

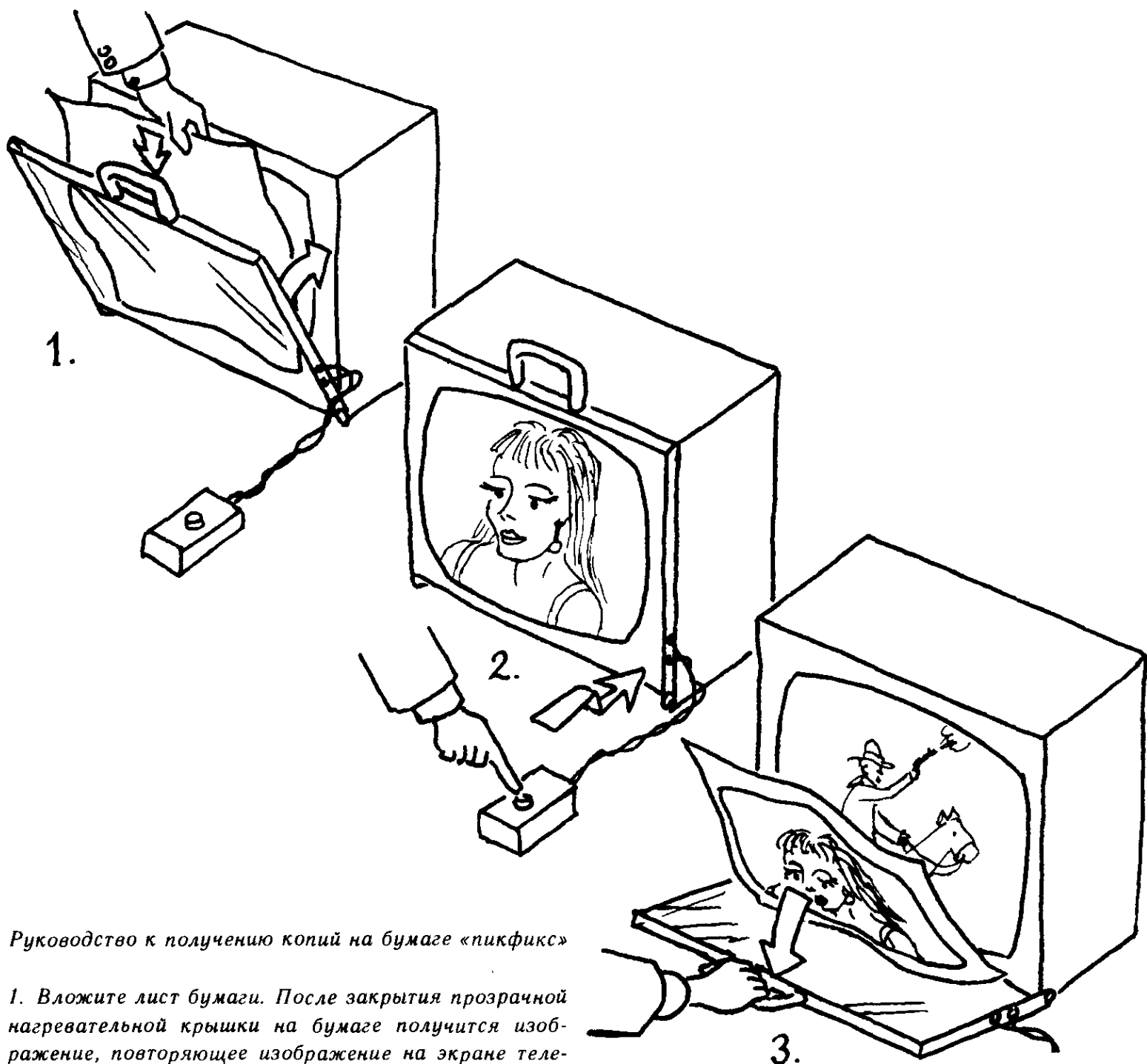
Проблемы. Быстродействие жидкокристаллических индикаторов составляет десятки миллисекунд, что намного больше времени, в течение которого электронный луч рисует одну «точку» телевизионного изображения. Нам придется подобрать сопротивление утечки таким образом, чтобы заряд на телевизионном экране сохранялся на протяжении всех 40 мс — времени проекции одного телевизионного кадра. Это позволит нам переснимать отдельные кадры телеизображения, если только мы сумеем достаточно быстро охлаждать бумагу. Для этого бумага «пикфикс» должна быть очень тонкой, что желательно и по многим другим причинам*.

Использование. Помимо очевидных применений бумаги «пикфикс» — для быстрого снятия копий с телевизионного экрана и в дисплеях ЭВМ — можно назвать по крайней мере еще два:

а. Термограммы. Если положить бумагу «пикфикс» на поверхность и подать на нее короткий импульс напряжения, то мы получим прозрачное изображение тех участков поверхности, температура которых превышает 42°C (нижняя точка плавления жидкого кристалла). Такие термограммы могут использоваться в медицине, технике, теплотехнике и т. п.

б. Электрограммы. Если положить бумагу на плату электронного прибора и быстро сильно нагреть ее, то мы получим прозрачное изображение тех точек, где электрическое напряжение превышает 5 В (пороговое напряжение для данной бумаги). Такие электрограммы очень удобны для диагностики повреждений в электронных приборах, для поиска скрытой электропроводки, проверки аккумуляторов и т. п.

* При замораживании, т. е. переходе в истинно кристаллическое состояние, ориентация молекул жидкого кристалла, обусловленная внешним электрическим полем, не сохранится, поскольку энергия межмолекулярного взаимодействия в истинном кристалле на несколько порядков выше энергии, используемой для переориентации молекул в жидкокристаллическом состоянии. Иначе говоря, при замораживании изображение исчезает. — *Прим. ред.*



Руководство к получению копий на бумаге «пикфикс»

1. Вложите лист бумаги. После закрытия прозрачной нагревательной крышки на бумаге получится изображение, повторяющее изображение на экране телевизора.

2. В нужный момент выключите нагреватель. Изображение на бумаге мгновенно зафиксировается.

3. Откройте крышку и возьмите полученную «фотографию».

Неньютоновы штаны

Втискиваясь как-то в накрахмаленную рубашку, Дедал задумался о механических свойствах одежды. Он пришел к мысли, что волокна, обладающие ярко выраженными нелинейными механическими свойствами, подняли бы портняжное дело на качественно новый уровень. Реальные жидкости в своем поведении сильно отклоняются от ньютонова закона вязкости, проявляя очень широкий спектр нелинейных механических свойств. Одна крайность — это дилатансия (значительное повышение вязкости с увеличением нагрузки), другая — тиксотропия (значительное уменьшение вязкости с увеличением нагрузки). Известны также жидкости, у которых наблюдаются гистерезис и другие аномальные свойства.

Поэтому Дедал придумывает способ изготовления капиллярных волокон, заполненных такими жидкостями, и подыскивает полимеры с нелинейными свойствами, пригодные для изготовления волокон. Прежде всего его интересует волокно с ярко выраженной дилатансией. Изготовленная из такого волокна ткань не мешает обычным медленным движениям тела, но становится очень жесткой при попытке совершить резкое движение. Одежда из этой ткани очень пригодится для чрезмерно подвижных детей и суматошных сангвиников — она заставит их совершать плавные и грациозные движения и отучит от порывистости и угловатости. Такая одежда найдет большой спрос в институтах красоты и в школах йоги, где превыше всего ценится изящество жестов. К сожалению, стирать эту одежду будет очень трудно, поскольку с нею не справится ни одна стиральная машина. Но, поскольку дилатансия зависит от температуры, Дедал надеется добиться того, чтобы в горячей воде такая одежда становилась абсолютно мягкой, а после охлаждения восстанавливала свои нелинейные свойства.

Дилатантная одежда поможет также в борьбе с нарушителями общественного порядка. Например, обязав футбольных болельщиков являться на стадион только в такой одежде, мы существенно умерим их страсти,

лишив возможности устраивать потасовки. Таким же способом можно обезопасить автомобилистов на случай аварии. Поначалу Дедал решил, что из его ткани выйдет отличное военное обмундирование. Но, поразмыслив как следует, он понял, что армиям нужно нечто совершенно противоположное, и занялся разработкой тиксотропных волокон. Военная форма, пошитая из тиксотропной ткани, будет препятствовать любым движениям, если они не совершаются достаточно энергично; энергичные же движения не встретят никакого сопротивления. Поэтому надевший эту форму будет вынужден либо оставаться совершенно неподвижным, либо двигаться в ускоренном темпе.

New Scientist, May 26, 1977

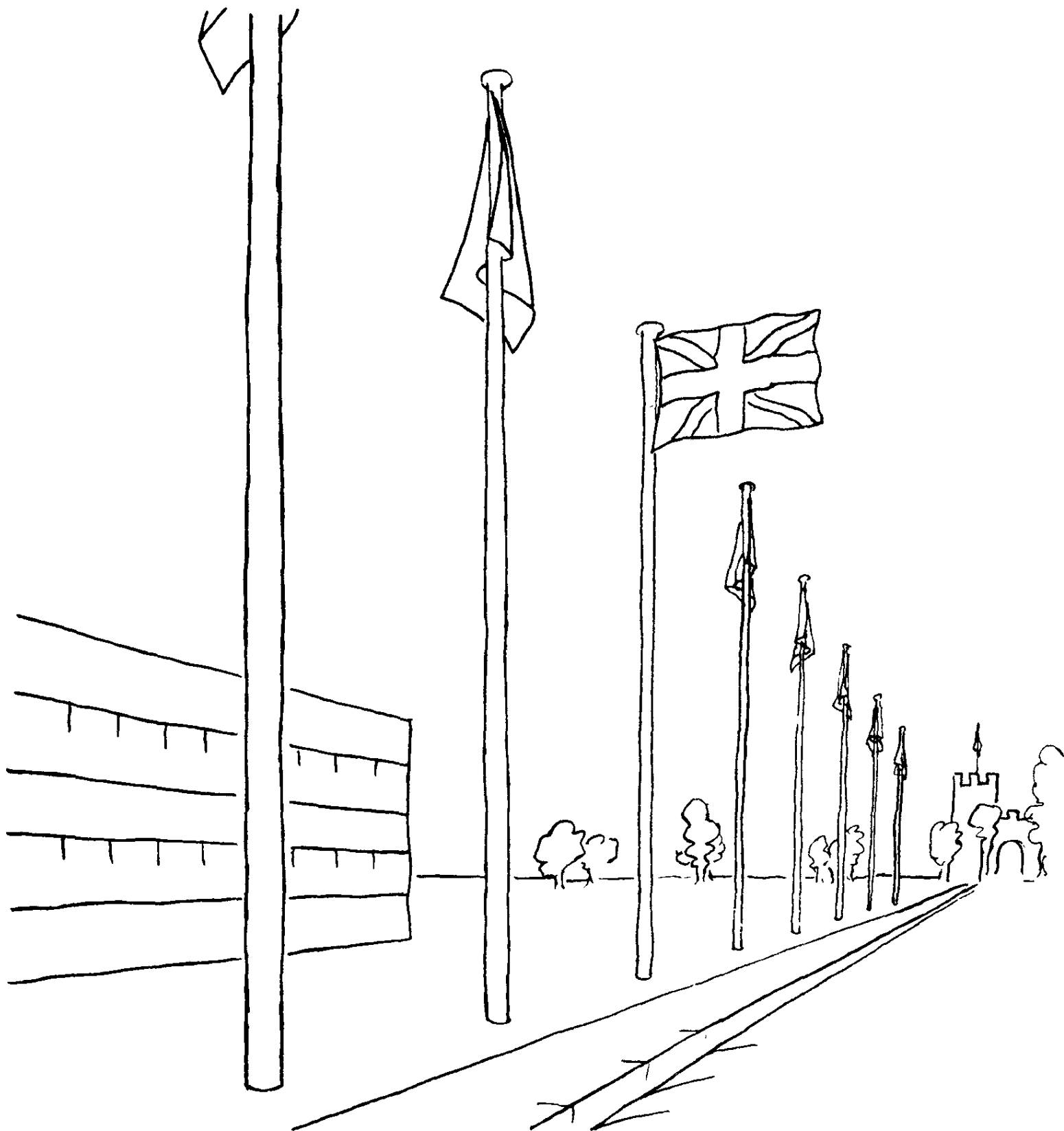
Из записной книжки Дедала

Как изготовить «неньютоновское волокно»? Очевидно, эти волокна должны быть композитными и содержать некоторое количество обычного волокна, воспринимающего растягивающие нагрузки. Стало быть, либо обычное волокно должно быть покрыто слоем вещества с подходящими реологическими свойствами, либо капиллярное волокно должно быть заполнено соответствующей жидкостью. Второй вариант, по-видимому, предпочтительнее, так как в этом случае можно использовать и липкие, и текучие жидкости. Капилляры можно заполнять жидкостью примерно так, как заполняют конфеты жидкой начинкой, — наполнитель переводится в твердое состояние и покрывается оболочкой, а затем вновь размягчается. Заманчиво было бы взять в качестве наполнителя волокна какую-нибудь съедобную начинку со свойствами неньютоновской жидкости.

Обработка волокон. Прясть и ткать придуманное Дедалом волокно будет непросто. Придется проводить эти процессы при высокой температуре, чтобы уменьшить вязкость. Гибкость тиксотропных волокон может обеспечиваться ультразвуковой вибрацией ткацких и швейных машин. После снятия вибрации го-

товая одежда станет жесткой. Кстати, такая одежда будет обладать любопытным свойством, особенно если тиксотропия будет проявлять заметный гистерезис. После того как сопротив-

ление одежды будет сломлено, она позволит беспрепятственно повторять одно и то же движение. Так что в такой одежде удобно будет, например, маршировать.



Государственный флаг Великобритании соткан из тиксотропного волокна фирмы КОШМАР. При порывах ветра волокно теряет жесткость и флаг свободно развеивается. Когда же ветер стихает, флаг приобретает жесткость и гордо реет в высоте, в то время как обычные флаги бессильно болтаются на флагштоках.

Спасительная безликость

Фотохромные стекла, применяемые в солнцезащитных очках, обладают интересным свойством — они темнеют на свету. Под действием света хлористое серебро, введенное в состав стекла, разлагается, образуя непрозрачные зерна серебра. Эта реакция обратима — при низких уровнях освещенности стекло снова становится прозрачным; таким образом, это стекло автоматически регулирует свою прозрачность. В этой связи Дедал вспоминает основное правило маскировки: избегать контрастов. Многие животные, например, имеют темную спину и светлое брюхо, но, так как спина хорошо освещена, а брюхо остается в тени, их тональности практически сливаются. Фотохромные животные — лягушки и хамелеоны — приспособились еще лучше. Чтобы стать незаметным, они изменяют свою окраску. Но и они не способны варьировать окраску отдельных участков своего тела так, чтобы полностью слиться с окружающим фоном. Такой прием маскировки настолько эффективен, что природа, несомненно, им уже воспользовалась, — вполне возможно, что животным с таким камуфляжем до сих пор успешно удавалось избегать встречи с человеком.

Дедал пытается перенести этот принцип на человеческое общество. Он давно задумывался над тем, почему когда-то столь пышное мужское платье в викторианскую эпоху стало весьма унылым и до наших дней остается таковым, по крайней мере в повседневной и деловой жизни. По мнению Дедала, это объясняется стремлением людей не привлекать к себе особого внимания со стороны: эксцентрично или броско одетый субъект как бы напрашивается на неприятности. Так появились деловые костюмы и белые воротнички. Дедал же разрабатывает фотохромный костюм, не имеющий себе равных по неприметности. Освещенный светом, он темнеет, уменьшая свою отражательную способность; когда же на него падает мало света, он светлеет. Благодаря этому такой костюм будет казаться абсолютно однотонным. Глаз человека особенно чувствителен к контрастам. Так что фотохромный костюм, совершенно лишенный контрастности, будет практически незаметен и его обладатель не

привлечет к себе ничего внимания. Фотохромные крем для рук и лосьон для лица доведут камуфляж до совершенства. Дедал предвидит огромный спрос на свою фотохромную продукцию.

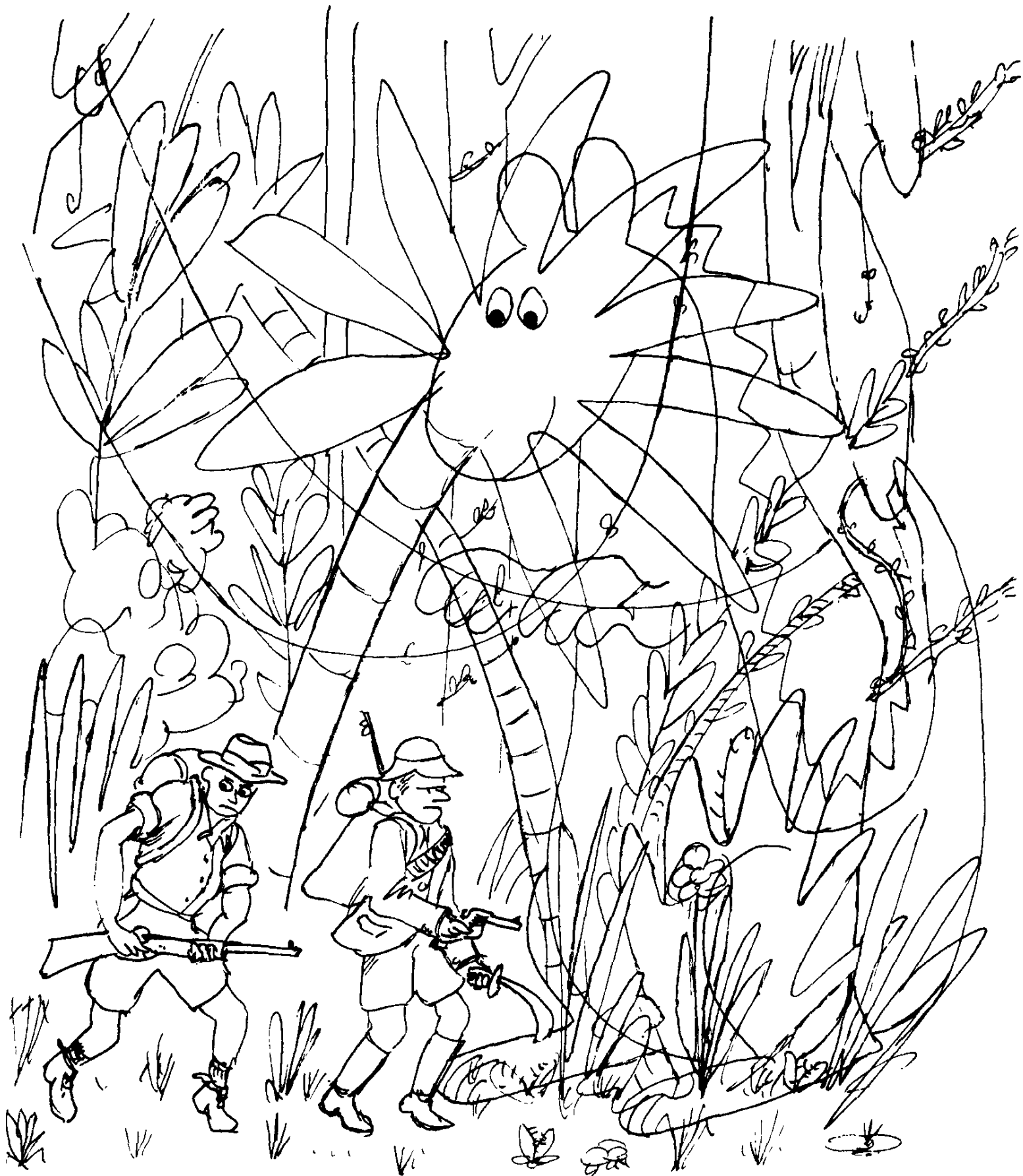
New Scientist, August 16, 1973

Комментарий Дедала

В фотохромном стекле происходит классическая фотографическая реакция: $\text{AgCl} \xrightarrow{h\nu} \text{Ag} + \text{Cl}$. Атом хлора, освобождающийся в фотографической эмульсии, тут же необратимо связывается с желатином, а атом серебра становится центром проявления. В стекле хлор не может отойти далеко от атома серебра, и поэтому реакция обратима. Равновесие реакции зависит от освещенности стекла.

Быстродействие галогеносеребряных стекол для солнцезащитных очков измеряется минутами. При такой скорости реакции изменение окраски фотохромного костюма не поспевало бы за изменениями освещенности, возникающими при движении. Но в более совершенных фотохромных системах — например, в стеклах очков для защиты глаз от вспышки, сопровождающей ядерный взрыв, — продолжительность реакции уменьшается до микросекунд. Системы с подобными свойствами прекрасно подошли бы для фотохромного костюма.

Роль светотени в зрительном восприятии подробно обсуждалась Дж. Беком (*Scientific American*, Aug. 1975, p. 62); объект, не подчиняющийся обычным законам распределения света и тени, очень трудно, а порой невозможно распознать, как бы пристально мы ни разглядывали его. Глаз не в состоянии определить фактуру поверхности и форму без привычных переходов светотени. Представьте себе теперь комнату, стены, пол и потолок которой оклеены фотохромными обоями. Каким бы ярким ни было освещение, любой фотохромный объект, помещенный в эту комнату, окажется невидимым, поскольку между ним и фоном не будет контраста. Какой простор для иллюзионистов!



Вполне возможно, что животным с идеальным камуфляжем до сих пор удавалось избегать встречи с человеком.

Дедал размышляет, какой вклад могла бы внести небогатая Великобритания в развитие космических исследований. За американцами нам, конечно, не угнаться, но с помощью своих европейских соседей мы могли бы разогнать какой-нибудь легкий объект до космической скорости. Солнечные затмения, которые, как известно, происходят, когда Луна закрывает солнечный диск, дают много полезной информации. Поэтому Дедал планирует вывести на орбиту непрозрачный спутник, который будет закрывать звезды и создавать искусственные звездные затмения. Специалисты фирмы КОШМАР конструируют космический зонд, представляющий собой тонкую оболочку из полимерной пленки, которая в космосе под действием небольшого внутреннего давления расправится и превратится в шар диаметром 1 км. Выведенный на около-солнечную орбиту в плоскости Млечного Пути, для земного наблюдателя он будет иметь достаточный угловой размер, чтобы покрывать множество интересных звезд.

Вся прелесть этого проекта состоит в том, что покрытия звезд можно будет наблюдать в недорогие телескопы с не очень высокой разрешающей способностью. Нам не обязательно получать четкое изображение звезды — достаточно принять идущий от нее свет, используя для этого простой фотоумножитель. Поскольку большинство звезд излучают свет равномерно, резкое изменение сигнала от фотоумножителя будет означать, что произошло покрытие звезды зондом. Точное время и степень покрытия дадут более подробную информацию о координатах, размерах и радиальном распределении яркости исследуемой звезды, чем непосредственное наблюдение ее в телескоп. Устанавливая перед фотоумножителем различные фильтры, можно изучать и спектральные характеристики звезд. При диаметре зонда 1 км наблюдатели, находящиеся на Земле на расстоянии более 1 км друг от друга, будут наблюдать покрытие по-разному, так что большое число любителей, вооруженных дешевыми телескопами, быстро соберут огромное количество новой информации.

Вначале Дедал опасался, что придется просить американцев вести слежение за нашим зондом и сообщать нам его местоположение. Но теперь он придумал, как вести прямое визуальное наблюдение за зондом: нужно нанести на шар отражающее покрытие, и тогда отовсюду можно будет увидеть маленькое отражение Солнца точно в центре зонда. Чтобы не спутать зонд со звездами, поверх отражающего покрытия придется нанести слой коричневого лака: это позволит безошибочно отыскать зонд среди звезд, поскольку коричневых звезд не существует.

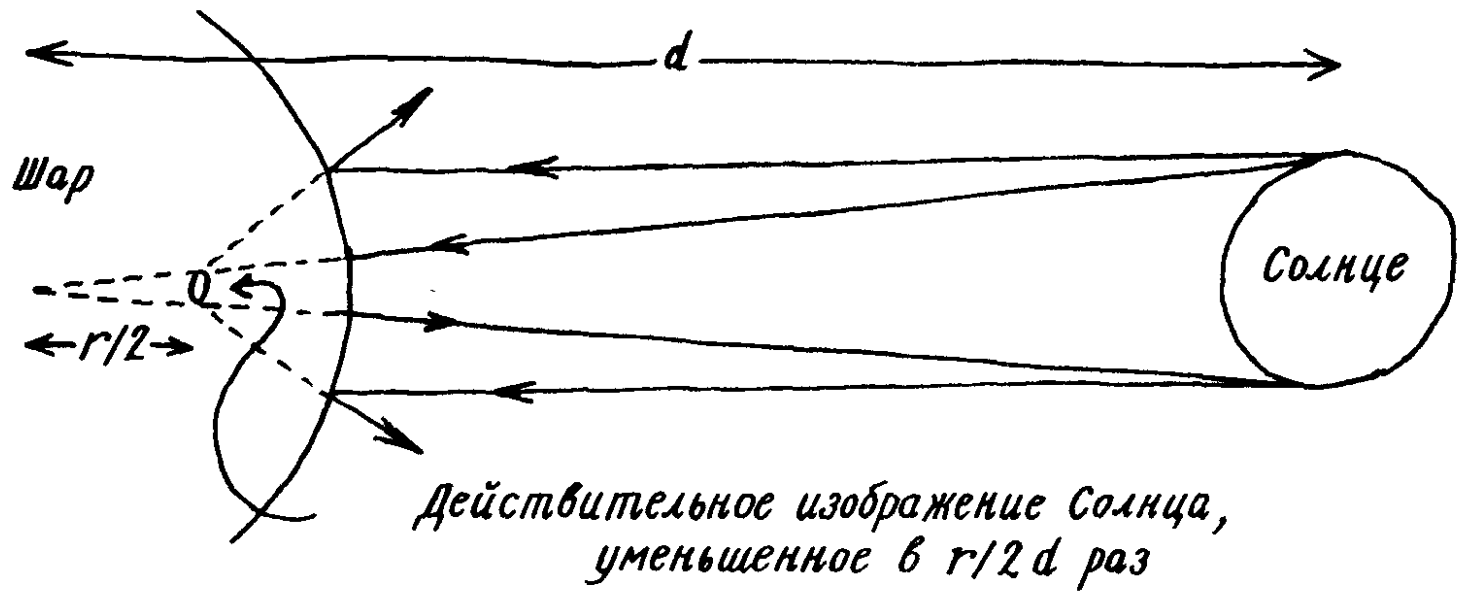
New Scientist, September 27, 1979

Из записной книжки Дедала

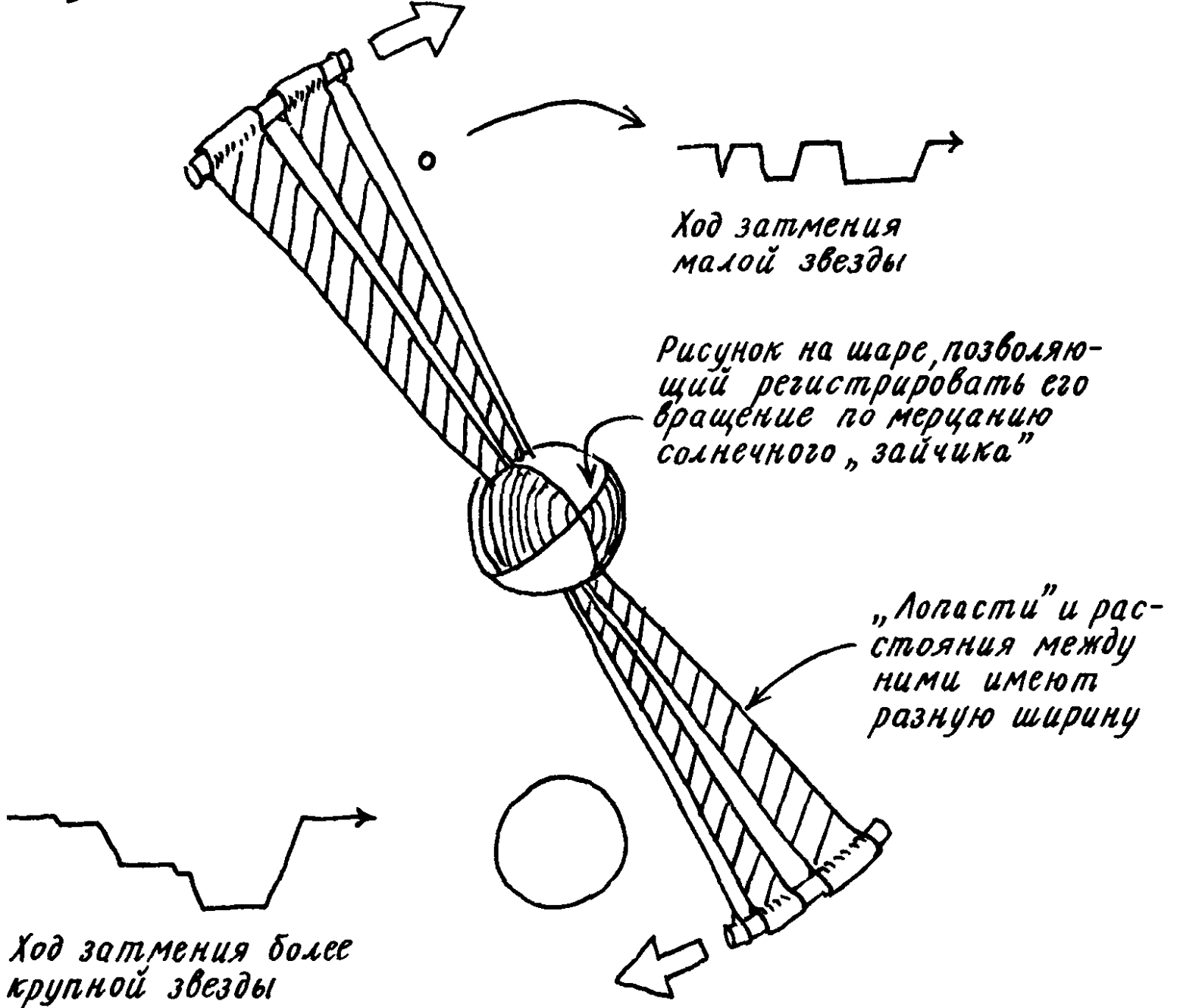
Нас интересуют звезды, видимые в недорогой телескоп как отдельные объекты, т. е. звезды, находящиеся на расстоянии примерно 3—30 тыс. св. лет. (10^{16} — 10^{20} м). Типичная звезда имеет диаметр 10^9 м, так что угловой размер звезд лежит в пределах 10^{-7} — 10^{-11} рад. Следует постараться вывести зонд на сильно вытянутую около-солнечную орбиту, чтобы расстояние между зондом и Землей изменялось в пределах 0,1—10 радиусов орбиты Земли (10^{10} — 10^{12} м). Чтобы покрывать интересующие нас звезды, такой зонд должен, следовательно, иметь диаметр около 10^3 м; тогда его угловой диаметр составит 10^{-7} — 10^{-9} рад. Для разных звезд будут наблюдаться разные затмения: полные или частные.

Как следить за зондом? Вблизи центра алюминированного шара (напоминающего первые пассивные ретрансляторы серии «Эхо») будет наблюдаться небольшое изображение Солнца. Угловой диаметр Солнца для земного наблюдателя равен около 0,01 рад; угловой размер мнимого изображения Солнца на выпуклом зеркале будет меньше в $r/2d$ раз, где r — радиус кривизны зеркала, d — расстояние между зеркалом и Солнцем. При наблюдении с расстояния, равного радиусу земной орбиты, угловой размер мнимого изображения Солнца

Отражение света в надутном шаре



Искусственное затмение



составит $\alpha = 0,01 \times r/2d = 0,01 \times 10^3 / (2 \times 10^{11}) = 5 \times 10^{11}$ рад и будет сопоставим с угловыми размерами покрываемых звезд. Поэтому изображение Солнца удастся отчетливо наблюдать, что обеспечит возможность слежения за зондом, но в то же время оно не будет настолько ярким, чтобы «заглушать» свет исследуемой звезды.

Сбор информации. Направим на исследуемую звезду недорогой телескоп, в фокусе которого помещен фотоумножитель. Нас вполне устроит рефрактор или рефлектор с большой апертурой (создаваемые им aberrации в данном случае нас мало волнуют); вполне подойдет просто зеркало от большого прожектора (в своей знаменитой работе по изучению флуктуаций яркости Сириуса Хэнбери-Браун и Твисс использовали именно такие зеркала с фотоумножителями). Не требуется, чтобы оптика давала хорошее изображение звезды и обеспечивала разрешение исследуемой звезды от соседних, непокрываемых, звезд. Соседние звезды создадут только дополнительную фоновую освещенность, увеличив сигнал фотоумножителя. Мы

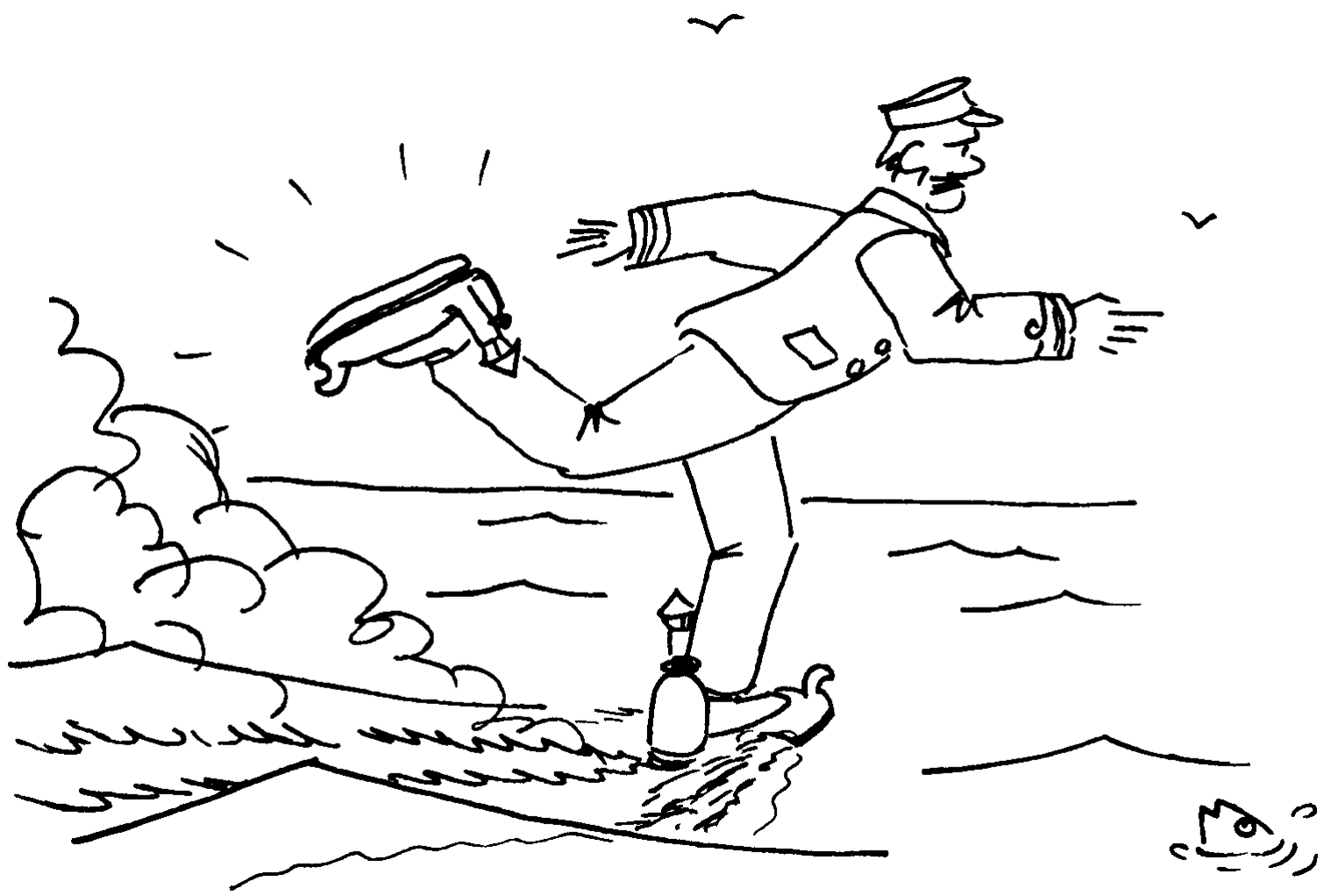
будем просто регистрировать выходной сигнал фотоумножителя и искать характерные провалы, соответствующие покрытию звезды зондом. Кстати, зонд можно несколько усовершенствовать. Если раскрасить зонд черными полосами и заставить его вращаться, то солнечный зайчик на поверхности зонда будет мерцать. Еще лучше приделать к зонду огромные крылья, как у ветряной мельницы. Тогда, во-первых, он захватит гораздо больший участок неба и число наблюдаемых покрытий увеличится, а во-вторых, при соответствующем устройстве лопастей покрытия звезд различного диаметра будут резко отличаться друг от друга. Наши астрономы-любители быстро соберут много новых данных об угловых размерах большого числа звезд.

Кстати говоря, неплохо было бы запустить такой же спутник на околоземную орбиту. Благодаря своему большому диаметру он обеспечит гораздо большее число покрытий, хотя и более кратковременных. Если же вывести его на полярную орбиту (т.е. орбиту, проходящую вдоль небесного меридиана), то он мог бы покрыть все небо.

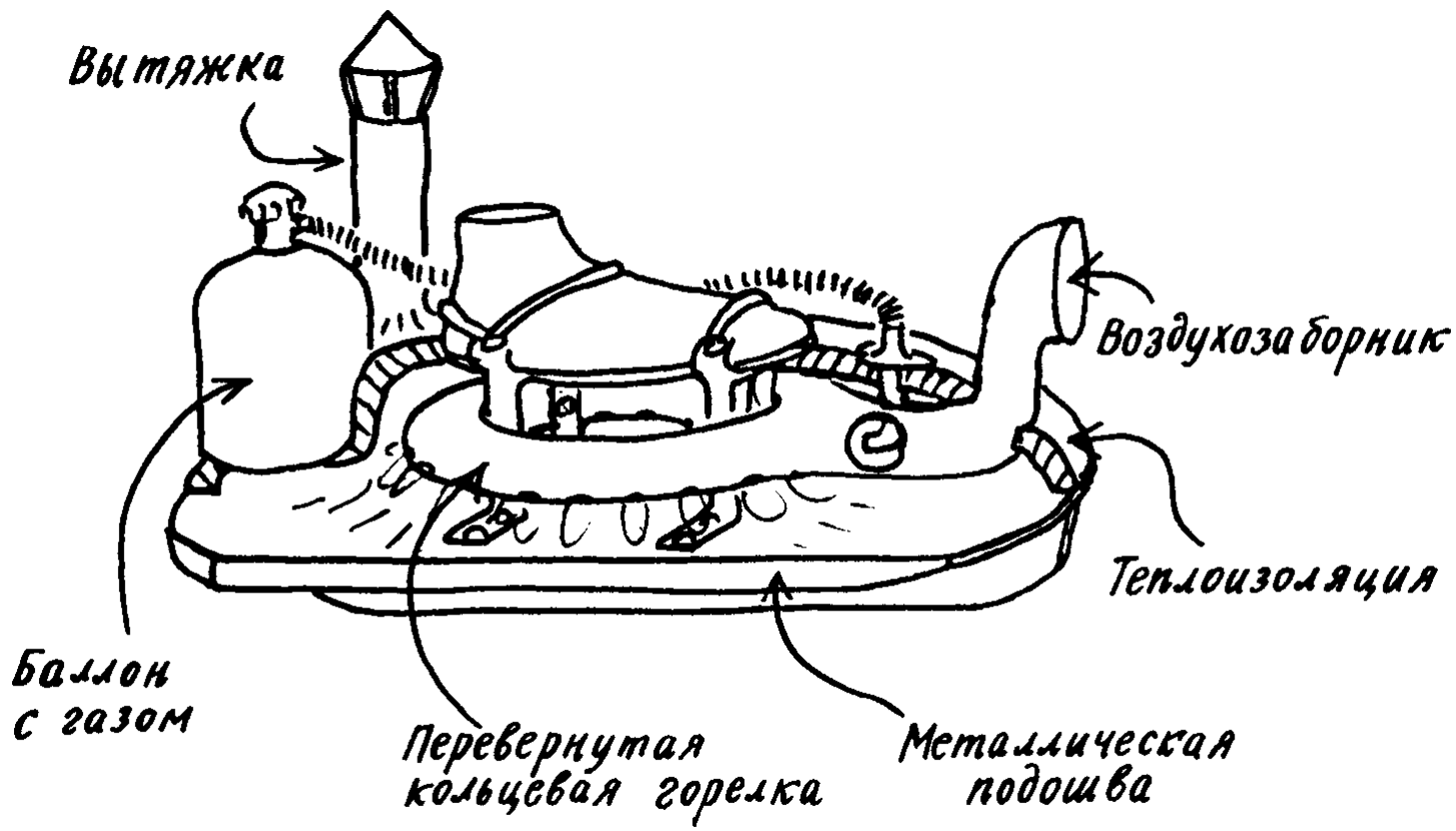
Огонь, вода и медные трубки

Потери на трение при движении судна по воде возрастают пропорционально кубу скорости, а когда подводная часть судна обрастает ракушками, становятся еще больше. Дедал размышляет над тем, какую экономию принесло бы устранение этого трения. Вначале он намеревался использовать принцип воздушной подушки, изготовив корпус из пористого материала и прокачивая через него воздух. Тонкий слой воздуха будет служить идеальной смазкой для подводной части судна. Но если насосы откажут, вода просочится сквозь поры в трюм и корабль затонет. Затем Дедал вспомнил, как долго капля воды может плясать на раскаленной сковородке, прикоснуться к которой ей мешает паровая подушка. Аналогично раскаленное докрасна судно создавало бы под собой паровую подушку; одновременно была бы решена и проблема обрастания подводной

части. Расход мощности при этом был бы незначительным; коэффициент теплопередачи паровой подушки очень низок, паровая подушка служит хорошей теплоизоляцией между корпусом судна и водой. Остается, правда, проблема борьбы с коррозией, и чтобы машинное отделение не было, как всегда, сущим адом, потребуется хорошо теплоизолировать внутренние помещения корабля. Дедал намеревается превратить обычную двухслойную обшивку судна в своего рода плавучий «термос» с электрическим подогревом наружной оболочки. Хотя раскаленный докрасна винт мог бы оказаться необычайно эффективным двигателем, из эстетических соображений Дедал предпочел бы установить на своем судне универсальный энергоблок. Он предлагает оснастить судно подводным паровым пульсирующим реактивным двигателем, который представляет собой подогреваемую трубу:



МОДЕЛЬ ВОДНОГО БОТИНКА



спереди в нее попадает забортная вода, а сзади из нее выбрасывается мощная пульсирующая струя пара. По сути, эта конструкция — гигантская копия известной детской игрушки.

New Scientist, May 25, 1967

Центральноамериканская ящерица-василиск (известная под местным названием «Иисус Христос») способна в буквальном смысле слова ходить по воде. Она делает это, быстро перебирая своими широкими лапами-подушечками, подобно тому, как прыгает по воде плоский камушек. Но если это может делать ящерица, то человек — тем более, восклицает Дедал. Однако после нескольких неудачных экспериментов, в которых добровольцы, обутые в снегоступы, пытались пробежать по плавательному бассейну загородного клуба фирмы КОШМАР, Дедал был вынужден отнестись всерьез к техническим сложностям хождения по воде. Прежде всего, решил он, нужна обувь с большой площадью подошвы, чтобы нога отгалкивалась от воды, не погружаясь глубоко. Простое решение состоит в том, чтобы раскалить подошву докрасна — тогда она будет удерживаться над поверхностью воды на паровой подушке. Давление пара в основном будет направлено вверх, однако, наклоня слегка ступню, можно создать реактивную струю пара, помогающую при ходьбе. Созданный фирмой КОШМАР опытный образец ботинка для хождения по воде имеет изолиро-

ванную от ноги большую плоскую подошву, которая раскаляется маленькой газовой горелкой. «Водоходец» в таких ботинках ловко шагает по воде, и каждый его шаг сопровождается громким шипением пара. Реактивная сила паровой струи и практически полное отсутствие трения позволяют ему развивать скорость во много узлов. Но испытатели первых моделей ботинок не могли удержаться на ногах из-за сильного скольжения и шли ко дну, извергая клубы пара. Тогда Дедал решил приделать к ботинкам полозья, что позволяло скользить по воде, как по льду при катании на коньках.

Наконец-то морская пучина перестанет внушать людям ужас. Жертвы кораблекрушения спокойно добредут до берега, не рискуя ни утонуть, ни погибнуть от переохлаждения; чего им придется опасаться, так это перегрева. Отважные водные горнолыжники будут бесстрашно выписывать фигуры на скатах океанских валов. Появятся новые — и уж совсем неспортивные — возможности охоты на водоплавающую дичь. И может быть, начнут приручать ящериц-василисков ради удовольствия прогуливаться с ними по водной глади.

New Scientist, January 10, 1974

Комментарий Дедала

Кинограммы движений ящерицы-василиска, полученные Джошуа Лирмом, приводятся в *Scientific American* (Sept. 1973, p. 70).

Ехали медведи...

Дедал критикует усиленно предпринимаемые в настоящее время попытки найти общий язык с дельфинами, так как убежден, что они будут безуспешными, пока не найдется общая тема для «разговора». Поэтому он намеревается познакомить дельфинов с нашим образом жизни, придумав для них своего рода «акваланг наоборот». Это небольшой воздушный шар, оборудованный подвеской для дельфина, снабженный устройством для увлажнения кожи животного и

очками, обеспечивающими ему нормальное зрение в воздухе. На плавники дельфин наденет большие «воздушные ласты», позволяющие ему плавать в воздухе. Переход в новую среду, считает Дедал, будет животным очень полезен: им, с их огромным мозгом, наверняка уже давно наскучило унылое подводное однообразие. Дедал представляет себе, с каким интересом дельфины будут изучать нашу жизнь. Возвращаясь в родной бассейн, дельфин-воздухопла-

ватель заливает балластную цистерну воздушного шара водой и оставит свой «транспорт» на «стоянке». В качестве первого опыта Дедал предлагает установить на железнодорожную платформу большой аквариум и пустить ее по кольцевой колее, часть которой проходит по дну дельфинария. Дельфины научатся заплывать в аквариум и кататься в нем, привыкая таким образом путешествовать по суше.

Другой проект Дедала связан с использованием тягловых животных, которые до сих пор остаются незаменимыми в развивающихся странах. Дедал считает велосипед великолепным изобретением, так как благодаря эффективному использованию мускульной силы он увеличивает скорость передвижения человека по крайней мере в пять раз. Сделав велосипед для быка, мы во много раз увеличим полезную работу, совер-

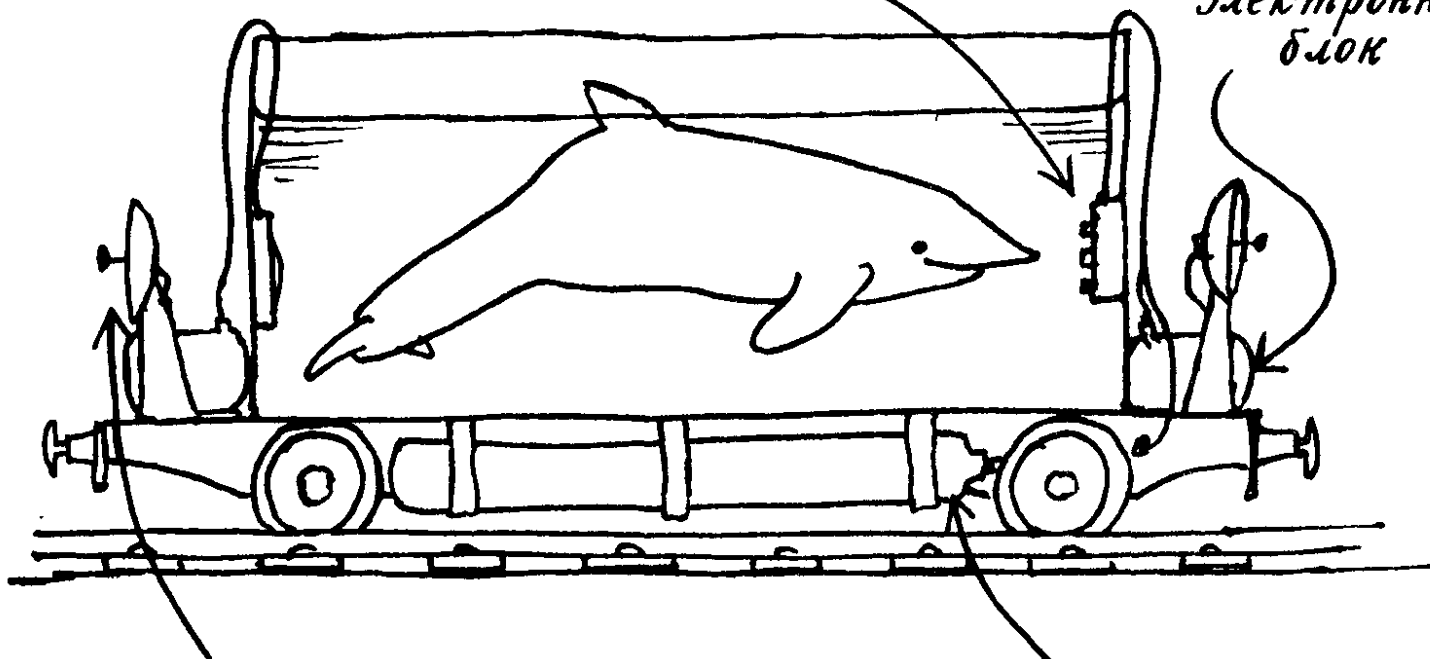
шаемую этим могучим, но медлительным животным. Четырехколесный опытный образец, сконструированный Дедалом, приводится в движение педалями через автоматическую коробку передач. Предполагается, что направлять движение такого транспорта будет человек. Однако Дедал хочет попробовать предоставить управление самому животному, чтобы посмотреть, как оно отнесется к новому для него способу передвижения. Вспоминая, однако, сколь агрессивными становятся люди, садясь за руль автомобиля, Дедал опасается, что подобное может случиться и с животными; боится он также и того, что, привыкнув к новому способу передвижения, животные впредь откажутся передвигаться обычным способом.

New Scientist, September 25, 1969

ВАГОН ДЛЯ ДЕЛЬФИНА

Кнопочное управление

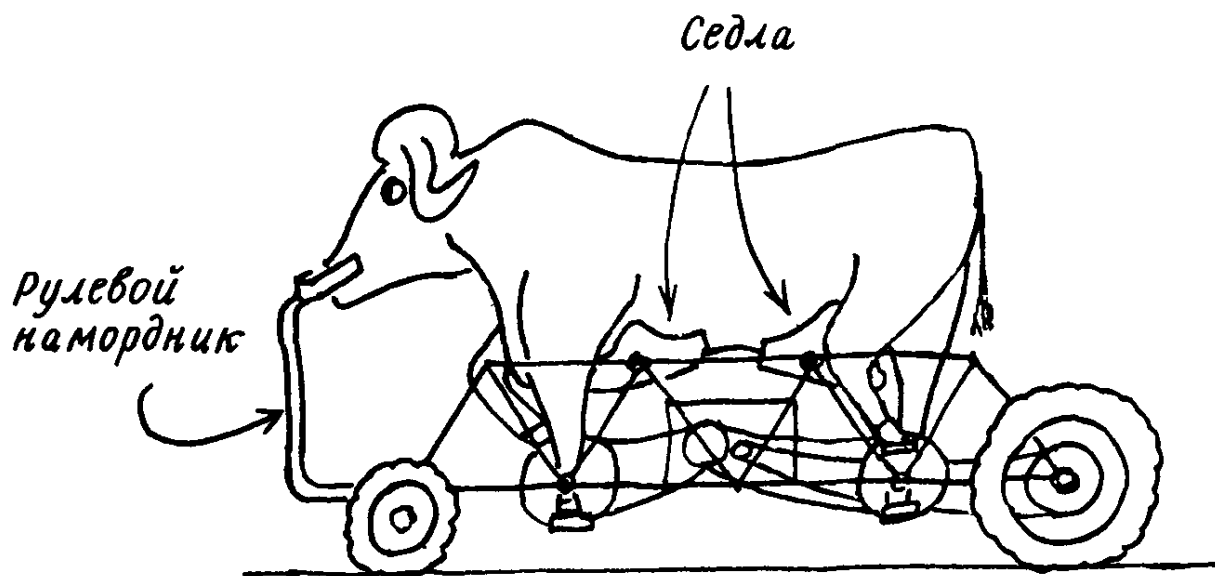
Электронный блок



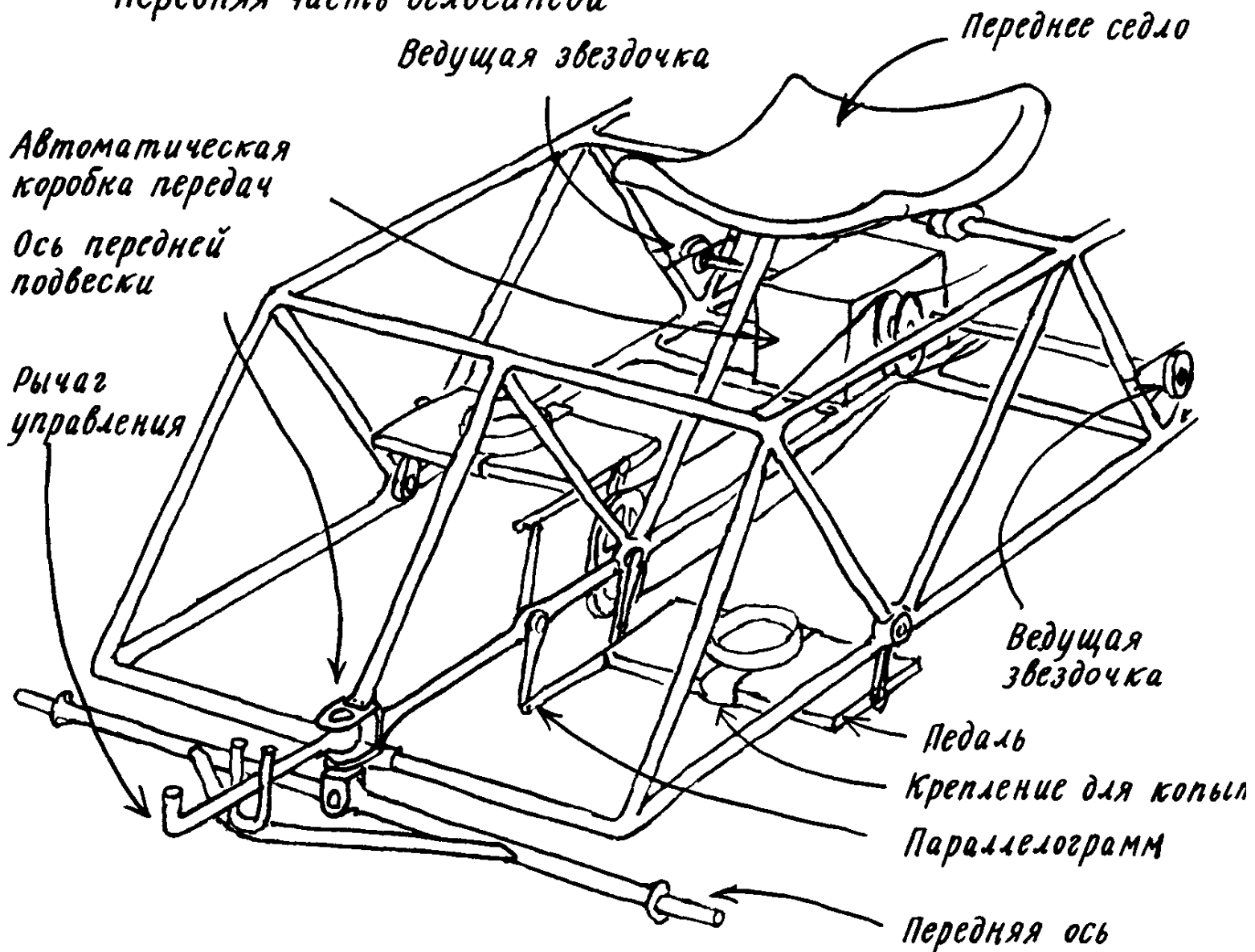
Устройство, преобразующее ультразвуковые сигналы дельфина в радиолокационные импульсы и обратно

Сжатый воздух для двигателей

ВЕЛОСИПЕД ДЛЯ БЫКА



Передняя часть велосипеда



Как извлечь пользу из подделки продуктов

Будучи человеком некурящим, Дедал терпеть не может, когда его обкуривают табачным дымом. В целях самозащиты он изобрел простой способ досадить курильщикам. Многие относительно безобидные вещества при высокой температуре выделяют ядовитые соединения; пары четыреххлористого углерода, например, дают отравляющий газ фосген. Четыреххлористый углерод и сам по себе токсичен, но он находится в близком родстве с совершенно безвредными фреонами, которые используются в качестве хладагентов в аэрозольных баллончиках. Придуманное Дедалом средство против курильщиков — это аэрозоль, который незаметно распыляется, например, в пассажирском вагоне. Некурящие пассажиры ничего не заметят, но беспардонный курильщик будет затягиваться такой кошмарной смесью, что ему придется быстро выбросить свою сигарету. Это средство можно применять и в зале кинотеатра, и на борту авиалайнера.

Подобный принцип можно использовать и для борьбы с другими антиобщественными явлениями. Дедал, например, вспоминает антабус — лекарство, которое при приеме алкоголя вызывает жар, испарину и отвращение к спиртному. Нетрудно начинить антабусом какие-нибудь орешки, с помощью которых хозяйка сможет незаметно умерить пыл невоздержанных гостей. В этой же связи Дедал отмечает, что вкус пищи определяется ничтожными количествами определенных веществ. Дедал собирается изготовить пилюли из лишённых вкуса веществ, способных реагировать с отдушками в тортах и пирожных и придавать кондитерским изделиям неприятный вкус. Безвольный сладкожка мог бы принять перед обедом такую пилюлю, и у него пропала бы всякая охота нарушить диету. К сожалению, этот метод могут взять на вооружение владельцы кафе и ресторанов и использовать его в своей конкурентной борьбе, что окончательно подорвет доверие гурманов к гастрономическому искусству.

New Scientist, May 10, 1973

В свое время Дедал предлагал экономить средства, расходуемые на здравоохранение, выдавая всем работающим ежегодно по дюжине незаполненных больничных листов и установив на улицах автоматы по продаже таблеток, содержащих смесь аспирина, пенициллина и валидола. Тогда поликлиники можно будет закрыть. Теперь, однако, Дедал признает, что самолечение — хотя оно и может упразднить официальную медицину подобно тому, как супермаркет сделал это с зеленой лавочкой, — чревато опасностью передозировки. Дедал намерен бороться с этой опасностью тем же изящным способом, каким общество «укротило» такие сильнодействующие средства, как кофеин и алкоголь: употреблением в сильно разбавленном виде, ибо организм сам регулирует допустимый объем потребляемой жидкости. Поэтому биохимики фирмы КОШМАР разрабатывают новые пищевые продукты и напитки, содержащие небольшие количества лекарственных веществ: овсянку с бензедрином, от которой с утра прочищаются мозги, колбасу с антибиотиками (она, кстати, не будет портиться), портвейн «Спокойной ночи» со снотворным. Чтобы этими продуктами не злоупотребляли, им придается вкус, не очень приятный для человека. Потребность в них будет ощущаться лишь постольку, поскольку они улучшают самочувствие: ведь, например, кофе мы ценим в основном за его способность мягко снимать напряжение. Новые продукты будут продаваться по высокой цене, но не из-за стремления фирмы КОШМАР обеспечить себе огромные прибыли, а для того, чтобы эти продукты потребляли только те, кому они действительно нужны. Дедал глубоко верит в способность людей инстинктивно определять, что для них хорошо, а что плохо, если их, конечно, не сбивает с толку низкая цена или приятный вкус. А чтобы не вырабатывать у людей зависимость от новых продуктов и предотвратить злоупотребление ими, вводимые в продукты лекарственные вещества будут время от времени менять своих «носителей»: например, вместо портвейна снотворное будет вводиться в

колбасу. Те, кто выпивает для сна рюмочку лишь по привычке, перестанут получать снотворное, но из-за самовнушения эффект может сохраниться. Тем же, кто действительно не может уснуть без снотворного, придется есть на ночь колбасу.

New Scientist, February 19, 1976



Аэрозоль против курильщиков, изготовленный фирмой КОШМАР.

Рекомендуемая литература

1. Розен Б. Я. Загадка окаменелой смолы.— Наука и жизнь, 1952, № 8, с. 23.
2. Ощепков П. К. Жизнь и мечта.— М.: Московский рабочий, 1977.
3. Патрикеев В. В. Циркуляционный насос.— Заводская лаборатория, 1947, № 10, с. 1269.
4. Уокер Дж. Физический фейерверк.— М.: Мир, 1979.
5. Прандтль Л. Эффект Магнуса и ветряной корабль.— УФН, 1925, т. 5, с. 1.
6. Михайлов В. Мысль, извлеченная из холодильника.— Изобретатель и рационализатор, 1982, № 3, с. 16—17.
7. Мартинсон Г. Г. Загадки пустыни Гоби.— М.: Наука, 1974.
8. Брабсен Г. Родной язык и мозг.— Курьер ЮНЕСКО, март 1982, с. 28.
9. Космические циклы и ритмы жизни. Сб. статей. Серия «Новое в жизни, науке и технике». Биология, вып. 8.— М.: Знание, 1981.
10. Горюнов Ю. В., Перцов Н. В., Шумм Б. Д. Эффект Ребиндера.— М.: Наука, 1966.
11. Воронин Л. Г. Физиология сна.— М.: Знание, 1974.
12. Ротенберг В. С. Адаптивная функция сна.— М.: Наука, 1982.
13. Вуд В. Вихревые кольца.— Квант, 1971, № 12, с. 28—30.
14. Экспериментальные исследования по физике облаков и приборы, Труды ИЭМ, вып. 1 (33).— М.: Гидрометеоздат, 1972.
15. Бойс Ч. М. Мыльные пузыри.— М.— Л.: Детгиздат, 1937.
16. Кузнецов С. И., Иванов М. В., Ляликова Н. Н. Введение в геологическую микробиологию.— М.: изд-во АН СССР, 1962.
17. Вернадский В. И. История минералов земной коры в 2-х томах, т. 1, вып. 2.— М.: изд-во АН СССР, 1959.
18. Тринг М., Лейтуэйт Э. Как изобретать.— М.: Мир, 1980.
19. Вишницкий А. Л., Ясногородский И. З., Григорчук И. П. Электрохимическая и электромеханическая обработка металлов — Л.: Машинностроение, 1971.
20. Потапов В. М. Стереохимия.— М.: Химия, 1976, с. 460.
21. Вебер В., Гоккель Г. Межфазный катализ в органическом синтезе.— М.: Мир, 1980.
22. Риффо К. Будущее — океан.— Л.: Гидрометеоздат, 1978.
23. Бронштейн А. И. Вкус и обоняние.— М.: изд-во АН СССР, 1976.

Указатель

- Автомат-поддакиватель 81
Айсберги самодвижущиеся 131
Альфа-ритм мозга 197
Альфа-частицы 102
Аммиак в дирижабле 116—
118
— в тепловом двигателе
174
Антипарник 208
Археология акустическая 33
— промышленных загрязне-
ний 153
Атмосфера как источник питье-
вой воды 83
———энергии 116, 174
Аэростат 85
— привязной 98, 105
Биоритмы 197
Василиск 224
Вдребезгаз 67
Велосипед для быка 226
Вибротрамвай 160
Водоросли в экодиржабле 85
— в симбиозе с человеком 141
Волокно в парашютах 190
— для теплового насоса 22
— магнитное 199
— тиксотропное 218
Гейзеры 124
Гироскоп молекулярный 143
Дельфины 226
Добыча полезных ископаемых
— гидравлическая 124
— из морской воды 28
— с помощью растений 121
Дыхание в жидком ксеноне
138, 146
— под водой 114, 146
Жидкие кристаллы 215
Жуки и реактивное движе-
ние 169
Замораживание людей 55
Запись звука античная 33
Здания высотные 213
— самодвижущиеся 226
Здравоохранение 229
Землетрясения 98
Излучение ИК 92, 158
— микроволновое 55, 57, 143
— УФ 64, 100, 158, 213
Изотопы радиоактивные 102
Инфляция 136
Искажения переходные 180
Камуфляж фотохромный 220
Камфора 143
Карбонил никеля 52
Клеточные культуры тка-
ней 31
Колесания молекулярные 94
Кольца вихревые 88
Кометы 69
Коровы 169
Коррозия 67
Креслодин 206
Крокодилы 31
Лазер 64, 92, 100, 158
Левитация радиоактивная
102
Максвелла демон 15
Меганос 155
Мембраны полупроницаемые
83, 114
Мерзиглас 180
Метан 85, 169
Метиламин 174
Мех зеленый 8
— магнитный 199
Млеко забвения 162
Мозг: замораживание 55
— хранение информации 162
Молекулы полые 133
Монополь магнитный 50
Моносфера 36
Мыльные пузыри 90
Насос тепловой 22, 107
Нервы и нервные клетки 55,
162
НЛО 60
Овшинского эффект 182
Окклюзии 10
Опреснение воды 128
Паркинсона закон 26, 171
Паровая подушка (сфероидаль-
ный эффект) 224
Патенты фирмы КОШМАР
15, 100, 112, 121, 131
Пауки 176, 190
Пельтье эффект 108
Перекись водорода 169
Пикнофон 96
Пирофоры 128
Планер тепловой 116—121
Покрытия астрономические
222
Поле вращающееся 38
— магнитное 17, 167
— электростатическое 74, 210
Полииглу 213
Потрясгаз 26
Приготовление пищи 15
Пузыри мыльные 90
Пузырьки газовые 10
Связь сейсмическая 110
СГРТ 76
Сила центробежная
— в летающих блюдах 60
— для похудения 78
Скука, биохимический ме-
ханизм 182
Смерч 48
Смещение доплеровское 150
Снег полимерный 213
Сон 74
Соударения межатомные 126
Спутник привязной 192
Телевидение: развлекатель-
ные программы 76
Теории экономические 136
Термиты 176
ТКО 187
Труба дымовая 90
Удаление пыли
— патокой 15
— электрическим полем 38
Усталость света 150
Утилизация отходов 164
Фейкодер 12
Феромоны 26, 41, 94
Фотосинтез 85, 141
Хламплита 164
Хлорелла 85, 142
Цеолампа 194
Часы биологические 197
Чувство равновесия 201
Чулки самоподтягивающиеся
45
Шлюзы с магнитной жидко-
стью 72
Экодиржабль 85
Электран 17
Электроосмос 210
Электрочистка 19

